

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**DISERTACIÓN DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA**

**ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA
SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES POR ENERGÍA RENOVABLE
PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.**

CASO: PROYECTO EÓLICO DE SAN CRISTÓBAL. PERÍODO 2007-2009.

MARÍA CRISTINA SOLÍS GALLO

**FEBRERO, 2011
QUITO – ECUADOR**

RESUMEN

Las Islas Galápagos concentran uno de los principales patrimonios naturales del mundo. La diversidad de sus animales, aves y reptiles endémicos, son el principal atractivo turístico y fuente de ingreso de los habitantes de las Islas. El incremento de la población flotante y residente ha generado que la demanda de servicios básicos como la electricidad, crezca considerablemente, convirtiéndose en un riesgo para la flora y fauna de Galápagos. El mayor atentado contra las Islas Galápagos acaeció el 16 de enero de 2001, cuando el buque Jéssica derramó 240.000 galones de combustible al océano, afectando principalmente a 370 especies de animales, motivación principal que impulsó la realización de la presente investigación referente a la provisión de electricidad en la Isla San Cristóbal. Se realizó un análisis de los costos y beneficios económicos, sociales y ambientales de la sustitución de combustibles fósiles por energía renovable para la generación de electricidad en la Isla señalada. Se buscó determinar el porcentaje de penetración de la energía limpia frente a la energía convencional y la cantidad de gases de efecto invernadero que fueron evitados. Se concluyó que entre el año 2007 y 2009, el 34,5% de la energía distribuida en San Cristobal fue generada a través del parque eólico, disminuyendo el riesgo de derrame de combustible. La generación de energía eólica ha contribuido a evitar que 5.442 toneladas de CO₂ sean emanadas a la atmósfera. Sin embargo, no se logró el objetivo de sustituir el 50% de la energía generada a base de combustibles fósiles.

Palabras clave: Sustitución de combustibles, Energía eólica, Factor de penetración, Mercado de carbono.

DEDICATORIA

A mi Dios adorado, quien me colma diariamente de bendiciones y mediante su luz guía mi camino, llenándolo de pequeños milagros y de seres maravillosos que me han acompañado en todos los momentos de mi vida. A Él dedico esta investigación que corresponde a la consecución de este gran logro en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por el gran esfuerzo que han realizado a lo largo de su vida para entregarme las herramientas más importantes que me acompañarán siempre.

Les agradezco por haberme enseñado a valorar los detalles más simples, por enseñarme a través del ejemplo que el pan es más pan cuando conlleva esfuerzo, a levantarme con la frente en alto cuando caigo y a tomar con humildad los éxitos alcanzados. Gracias por tomar mi mano cuando he tenido miedo y por dejarme volar cuando su nido me ha devuelto la confianza necesaria. Sin ustedes no sería la persona en que me he convertido.

A mi hermano, quien ha sido mi cómplice desde mi niñez, por cuidar de mí, por ser mi primer amigo. Gracias por su apoyo incondicional.

Agradezco a Juan Francisco por amarme y aceptarme como soy. Por su paciencia y consejos durante estos años de carrera universitaria.

Agradezco a mi princess, abuelita amada, por los mimos y cuidados, por su presencia en mi vida, por ser mi confidente, por sus sabios consejos. Gracias por compartir conmigo las Islas Encantadas, viaje inolvidable que le devolvió a la vida.

A Ma. De los Ángeles por compartirme sus conocimientos y por su sabiduría, elementos determinantes que me han guiado hasta la culminación de esta etapa.

A Susana Pazmiño, Belén Martínez y a mi familia de FondosPichincha S.A. por su apertura y apoyo incondicional, con el cual contribuyeron en la elaboración de esta tesis.

Agradezco a mi Gregorito, amigo incondicional que con sus palabras de aliento supieron guiarme a la culminación de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Traslado de combustible a las Islas: su impacto en los ambientes de Galápagos.	1
1.1.2. Protocolo de Kyoto: Compromisos.....	2
1.1.3. Comercio de Emisiones.....	2
1.1.4. Las emisiones de CO2 a la atmósfera	3
1.1.5. Las Islas Galápagos y su aplicabilidad en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio.....	3
1.1.6. Mitigación del cambio climático a través de la transferencia de tecnología. 5	
1.1.7. Proyecto Eólico San Cristóbal	5
1.1.7.1. Financiamiento	7
1.1.7.2. Proyección de resultados esperados	7
1.2. Planteamiento del problema	8
1.2.1. Situación Actual.....	8
1.2.1.1. La Situación demográfica: incremento de la población en las Islas Galápagos y su acceso a electricidad.	8
1.2.1.2. Población flotante	10
1.2.1.3. Demanda de combustible en las Islas Galápagos	11
1.2.1.3.1. Demanda de Diesel	11
1.2.1.3.2. Despacho de combustible fósil en la Terminal Baltra por parte de Petrocomercial	12
1.2.1.3.3. Consumo de Diesel 2 Eléctrico.....	14
1.2.1.3.4. Consumo de Energía Eléctrica	15
1.2.1.4. Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.....	17
1.2.2. Preguntas de investigación.....	17
1.2.2.1. Pregunta general	17
1.2.2.2. Preguntas específicas	17
1.2.3. Delimitación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	18
1.4. Metodología de Investigación	19
1.4.1. Tipo de investigación	19
1.4.2. Métodos de investigación	19
1.4.3. Fuentes de información	19
1.4.4. Procedimiento metodológico.....	19
1.5. Hipótesis de trabajo.....	20
1.5.1. Variables e indicadores	21

1.6.	Objetivos	22
1.6.1.	General.....	22
1.6.2.	Específicos	22
CAPÍTULO II.....		23
2.1.	Combustible y tipos de combustibles.....	23
2.1.1.	Combustible	23
2.1.2.	Tipos de combustibles.....	23
2.2.	Energía y tipos de energía.....	24
2.3.	Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	25
2.3.1.	Protocolo de Kyoto	25
2.3.2.	Los Mecanismos de flexibilidad bajo el Protocolo de Kyoto: el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).	26
2.3.3.	Mecanismo de Desarrollo Limpio.....	27
2.4.	Evaluación de proyectos.....	29
2.4.1.	Identificación del proyecto	30
2.4.2.	Situación del Proyecto	30
2.4.3.	Medición del proyecto.....	31
2.4.4.	Valoración del proyecto	33
2.4.4.1.	Proyectos y Valor agregado.....	33
2.4.5.	El excedente privado: beneficio - costo.....	33
2.4.5.1.	Costo:.....	33
2.4.5.2.	Beneficio:.....	34
2.4.5.3.	Excedente:	34
2.4.6.	Necesidades básicas.....	34
2.4.7.	Depreciación de la maquinaria	35
2.4.8.	Criterios para la decisión de Inversiones	36
2.4.8.1.	Valor actual de un flujo de fondos.....	36
2.4.8.2.	La tasa interna de retorno (TIR).....	37
2.4.8.3.	Costo Anual Equivalente	37
2.5.	Fundamentos para la Evaluación Social de Proyectos	38
2.5.1.	Pasos de la evaluación social de proyectos.....	38
2.5.1.1.	Definición del Problema:.....	38
2.5.2.	Tipos de análisis de evaluación	39
2.5.3.	Evaluación Privada vs. Evaluación Social.....	39
2.5.4.	Evaluación Socioeconómica de proyectos.....	40
2.5.4.1.	Evaluación Económica privada.....	40
2.5.4.2.	Costo Anual Equivalente	41
2.5.4.2.1.	Costos y beneficios socioeconómicos directos	41

2.5.4.3. Costos y beneficios socioeconómicos indirectos.	42
2.5.5. Beneficios y costos indirectos: Externalidades medibles y valorables.....	42
2.6. Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental	43
2.6.1. Encadenamiento de Efectos	43
2.6.2. Matrizde Leopold	44
2.7. Evaluación del Marco Teórico	47
CAPÍTULO III.....	49
3.1. RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	49
3.1.1. Antecedentes.....	49
3.1.2. Datos técnicos generales	50
3.1.3. Resultados de operación	50
3.1.3.1. Recurso eólico.....	50
3.1.3.2. Producción de Energía	53
3.1.3.3. Facturación.....	55
3.1.3.4. Factor de penetración.....	56
3.1.3.5. Generación fotovoltaica	58
3.1.3.6. Resumen de generación eólica- diesel: Reducción de CO2	58
3.2. EVALUACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL	59
3.2.1. Identificación del Proyecto	59
3.2.2. Situación del Proyecto	60
3.2.3. Medición del proyecto.....	67
3.2.4. Valoración del proyecto	79
3.2.4.1. Proyectos y Valor agregado.....	79
3.2.5. El excedente privado: beneficio - costo.....	82
3.2.5.1. Costo:.....	82
3.2.5.2. Beneficio:.....	83
3.2.5.3. Excedente:	84
3.2.6. Necesidades básicas.....	84
3.2.7. Depreciación de la maquinaria	85
3.2.8. Criterios para la decisión de Inversiones	89
3.2.8.1. Valor actual Neto de un flujo de fondos	89
3.2.8.2. La tasa interna de retorno (TIR).....	90
3.2.8.3. Costo Anual Equivalente	91
CAPÍTULO IV	92
4.1. Fundamentos para la Evaluación Social de Proyectos	92
4.1.1. Definición del Problema:.....	92
4.2. Evaluación.....	94
4.2.1. Análisis Costo – Beneficio socioeconómicos directos	94

4.2.2. Valor actual neto a precios sociales:.....	96
4.2.3. Tasa interna de retorno	96
4.2.4. Costo anual equivalente	96
4.2.5. Costos y beneficios socioeconómicos indirectos.	97
4.2.5.1. Turismo	97
4.2.5.1.1. Evolución histórica del turismo en Galápagos	97
4.2.5.1.2. Ingresos por turismo.....	98
4.2.5.1.2.1. Ingresos por Turismo en San Cristóbal	100
4.2.5.2. Beneficios y costos indirectos: Externalidades medibles y valorables	100
4.2.6. VAN Social	101
CAPÍTULO V	102
5.1. Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental	102
5.1.1. Encadenamiento de Efectos.....	102
5.1.2. Matriz de Leopold	105
CAPÍTULO VI	110
6.1. RESULTADOS	110
6.2. CONCLUSIONES.....	111
6.3. RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: FINANCIAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL (2005-2009).....	7
GRÁFICO 2: FLUJO DE TURISTAS NACIONALES Y EXTRANJEROS	11
GRÁFICO 3: CONSUMO DE DIESEL PERIODO 2001-2006	12
GRÁFICO 4: DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE DIESEL DOS ELÉCTRICO (galones) ..	14
GRÁFICO 5: CONSUMO DIESEL SECTOR ELÉCTRICO EN GALÁPAGOS.....	15
GRÁFICO 6: ENERGÍA DISPONIBLE, FACTURADA Y PERDIDA (2000-2006).....	16
GRÁFICO 7: DOBLE OBJETIVO DE LOS PROYECTOS MDL.....	27
GRÁFICO 8: ESQUEMATIZACIÓN PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES.....	28
GRÁFICO 9: FORMATO DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS	39
GRÁFICO 10: FORMATO DEL MÉTODO DE ENCADENAMIENTO DE EFECTOS...	44
GRÁFICO 11: VIENTO PROMEDIO PRONOSTICADO VS REAL m/s (2008).....	51
GRÁFICO 12: VIENTO PROMEDIO PRONOSTICADO VS REAL m/s (2009).....	52
GRÁFICO 13: PRODUCCIÓN REAL VS. PRODUCCIÓN PRONOSTICADA	54
GRÁFICO 14: FACTURACIÓN REAL VS. PRONOSTICADA.....	55
GRÁFICO 15: GENERACIÓN EÓLICA VS DIESEL.....	56
GRÁFICO 16: ENERGÍA DISPONIBLE SISTEMA (MWH).....	61
GRÁFICO 17: % CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA DISPONIBLE	62
GRÁFICO 18: DEMANDA MÁXIMA ELECGALÁPAGOS.....	63
GRÁFICO 19: ENERGÍA FACTURADA A CLIENTES REGULADOS (MWh).....	64
GRÁFICO 20:% CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA FACTURADA	65
GRÁFICO 21: PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (MWh).....	66
GRÁFICO 22:% PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	67
GRÁFICO 23: COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO.....	68
GRÁFICO 24: COSTOS DIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO	69
GRÁFICO 25: COSTOS INDIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO	70
GRÁFICO 26: GASTOS ADMINISTRATIVOS 2005-2009.....	72
GRÁFICO 27: COSTOS DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL (2005-2009) .	73
GRÁFICO 28: FINANCIAMIENTO INICIAL DEL PROYECTO	74
GRÁFICO 29:% DE PARTICIPACIÓN POR TIPO DE ENERGÍA EN GALÁPAGOS...	81
GRÁFICO 30: TONELADAS EVITADAS.....	81
GRÁFICO 31: INSUMOS PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO	82
GRÁFICO 32: INSUMOS PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO	83
GRÁFICO 33: RENDIMIENTOS ANUALES FIDEICOMISO.....	86
GRÁFICO 34: DEPRECIACIÓN ACUMULADA MAQUINARIA	87

GRÁFICO 35: ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	92
GRÁFICO 36: ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES	93
GRÁFICO 37: EVOLUCIÓN DEL TURISMO EN GALÁPAGOS DESDE 1979 HASTA 2009	97
GRÁFICO 38: LLEGADA DE EXTRANJEROS	98
GRÁFICO 39: BALANZA DE SERVICIOS: VIAJES (millones de dólares)	99
GRÁFICO 40: INGRESO DE VISITANTES POR PUERTO AÑO 2009	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PROYECCIÓN DE ENERGÍA A GENERARSE POR EL PARQUE EÓLICO	8
TABLA 2: CONCENTRACIÓN DEMOGRÁFICA PROVINCIA DE GALÁPAGOS	8
TABLA 3: SERVICIO ELÉCTRICO ISLA SAN CRISTÓBAL.....	9
TABLA 4: CONSUMO DE COMBUSTIBLE, DESPACHO POR SECTORES	12
TABLA 5: DESPACHO ANUAL DE COMBUSTIBLE TERMINAL BALTRA	13
TABLA 6: DESPACHO MENSUAL DE DIESEL 2 ELÉCTRICO	13
TABLA 7: CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ISLAS GALÁPAGOS.....	15
TABLA 8: SAN CRISTÓBAL: OFERTA, DEMANDA Y PÉRDIDA DE ENERGÍA Y ENDIMIENTO (kWh) POR GALÓN DE DIESEL CONSUMIDO.....	16
TABLA 9: EJEMPLO DE MATRIZ DE LEOPOLD	45
TABLA 10: VIENTO PROMEDIO: MESES DE MAYORES Y MENORES PRECIPITACIONES	52
TABLA 11: FACTOR DE PENETRACIÓN: PRINCIPALES RESULTADOS	57
TABLA 12: GENERACIÓN FOTOVOLTAICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES	58
TABLA 13: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN LA ISLA SAN CRISTÓBAL	59
TABLA 14: EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	61
TABLA 15: FACTURACIÓN POR VENTA DE ENERGÍA.....	74
TABLA 16: COSTOS OPERACIONALES 2010-2027 ESCENARIO A	76
TABLA 17: COSTOS OPERACIONALES 2010-2027 ESCENARIO B	78
TABLA 18: FACTORES DE CORRECCIÓN	95
TABLA 19: GASTO DIARIO PROMEDIO POR ISLA.....	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	119
COSTOS DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO EOLICO SAN CRISTOBAL...	119
ANEXO 2	120
GASTOS ADMINISTRATIVOS 2005-2009.....	120
ANEXO 3	121
GASTOS ADMINISTRATIVOS ESCENARIO A (2005-2027)	121
ANEXO 4	125
GASTOS ADMINISTRATIVOS ESCENARIO B (2005-2027)	125
ANEXO 5	129
FLUJOS ESCENARIO A.....	129
ANEXO 6	131
FLUJOS ESCENARIO B.....	131
ANEXO 7	133
FLUJOS A PRECIOS SOCIALES	133

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
UNFCCC: Convenio Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.
ONU: Organización de las Naciones Unidas
CO2: Dióxido de carbono
MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio
GEI: Gases efecto invernadero
G8: grupo de los países más industrializados del mundo. Está conformado por Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia.
e8: organización internacional sin fines de lucro formada por las nueve empresas eléctricas líderes de los países del Grupo G8.
FERUM: Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal
ELECGALAPAGOS S.A.: Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.
EOLICS.A.: Empresa Eólica San Cristóbal S.A.
INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
CONELC: Consejo Nacional de Electricidad
kWh: kilovatio hora
MWh: megavatio hora
S.N.I.: Sistema Nacional Interconectado
CER: reducciones certificadas de emisiones
EIA: Estudio de impacto ambiental

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Traslado de combustible a las Islas: su impacto en los ambientes de Galápagos.

La necesidad imperiosa de abastecer a las Islas Galápagos del combustible requerido para cubrir la demanda de electricidad, principalmente, ha ocasionado daños irreversibles en la diversidad biológica del Patrimonio.

Las Islas han sufrido, en varias ocasiones, tragedias relacionadas a derrame de petróleo, diesel y diferentes tipos de combustibles, que se han propagado fácilmente a través del océano, afectando principalmente a las distintas especies de animales que habitan Galápagos.

El mayor atentado contra las Islas Galápagos fue llevado a cabo el 16 de enero de 2001, día en el cual el tanquero *Jessica* se varó en el arrecife Shiavioni, bahía *Naufugio*, isla San Cristóbal. El buque transportaba aproximadamente 240.000 galones (900.000 litros) de combustible, los cuales consistían en 160.000 galones de diesel #2 y 80.000 galones de bunker. Para el 29 de enero del mismo año, la mayoría de los 180.000 galones que no pudieron ser retirados, se habían dispersado por las aguas del archipiélago. El combustible IFO, de mayor peso, llegó a las costas de San Cristóbal, Santa Fe, Santa Cruz, Floreana, Isabela y Fernandina¹.

El derrame de combustible afectó principalmente a 370 animales entre aves marinas, iguanas marinas, lobos marinos, tortugas marinas, peces, etc. “*Los mamíferos, aves y reptiles marinos son particularmente susceptibles a los efectos adversos de la contaminación por combustible debido a su comportamiento en la superficie*”². Accidentes en menor escala se han presentado a partir del 2001 en las aguas de las Islas. Los costos de las medidas compensatorias propuestas para la restauración fueron estimados sobre los 9 millones de dólares³.

¹Cfr.FUNDACIÓN CHARLES DARWIN PARA LAS ISLAS GALÁPAGOS, “Impactos Biológicos del Derrame del Jessica en los Ambientes de Galápagos”, abril 2002, p 1.

²Ibíd., p 3.

³Proyecto Eólico San Cristóbal , “*Presentación Proyecto Eólico-Solar San Cristóbal; energía en acción*”, p 16

El crecimiento poblacional acelerado y el sin número de derrames en las Islas, han ocasionado que la UNESCO incluya a Galápagos en la lista de Lugares Patrimonio de la Humanidad en peligro.

Con el objetivo de reducir el peligro potencial que genera transportar combustibles fósiles al archipiélago, el Ministerio de Electricidad y Energía renovable ha desarrollado programas con los cuales se busca eliminar todas las energías depredadoras. Para ello, se han llevado a cabo reuniones con las autoridades de la Provincia Insular, en las cuales se ha propuesto la sustitución de diesel, por energías que sean menos contaminantes.

1.1.2. Protocolo de Kyoto: Compromisos.

En el año de 1997 los gobiernos acordaron el Protocolo de Kyoto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (UNFCCC). El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de que 55 naciones, que suman el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo han suscrito. El objetivo del Protocolo de Kyoto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆)⁴. Entre los sectores y/o categorías que producen la mayor cantidad de gases contaminantes se encuentran: la energía, quema de combustible, industrias de energía, industria manufacturera y construcción, transporte, combustibles sólidos, petróleo y gas natural, procesos industriales, productos minerales, industria química, producción de metales, entre otros⁵.

1.1.3. Comercio de Emisiones

El comercio de emisiones es una compra-venta de emisiones de gases de efecto invernadero entre los países industrializados o pertenecientes al Anexo I del Protocolo de Kyoto y los países no industrializados. De esta manera, los que reduzcan

⁴ Cfr. GREENPEACE, *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?*, lunes 05 de octubre de 2009, 19:35 <http://archivo.greenpeace.org/Clima/situacion-kioto.htm>

⁵ Naciones Unidas, *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*, 1998, p 22, lunes 05 de octubre de 2009, 16:00, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones a los países que no hayan alcanzado cumplir con su compromiso.

Dentro de las emisiones con las que se podrá negociar, se encuentran todas las emisiones de los gases de efecto invernadero procedentes de: las cuotas de emisión asignadas por Kyoto en caso de que hayan cumplido su objetivo y las emisiones procedentes de la Aplicación Conjunta y del los Mecanismo de Desarrollo Limpio.⁶

1.1.4. Las emisiones de CO2 a la atmósfera

Entre las fuentes primarias de gases de efecto invernadero se incluyen el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, ozono, entre otros. El gas primario de efecto invernadero emitido por las actividades realizadas por el ser humano, es el CO2. La incineración de combustibles fósiles representa la mayor cantidad de emisiones energéticas de CO2.

Las islas pequeñas que se encuentran ubicadas en zonas tropicales cuentan con características que las hacen más vulnerables a los efectos del cambio climático. Varios estudios han determinado que el deterioro de las condiciones costeras tales como la erosión de playas y el blanqueamiento coralino, afecte los recursos locales, reduzca el valor de estos destinos para el turismo y comprometa el ambiente y el desarrollo socioeconómico de las islas más pequeñas. Adicionalmente se considera que la subida del nivel del mar provocará inundaciones, tormentas, erosión, etc. Finalmente, el cambio climático, para el año 2050, contribuirá a la reducción de las fuentes de agua en varias islas pequeñas, provocando un riesgo considerable de escasez de líquido vital.

1.1.5. Las Islas Galápagos y su aplicabilidad en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio

La ruptura de los equilibrios naturales en el mundo tiene su origen en las actividades humanas con graves consecuencias en los elementos que permiten que la vida sea posible: la atmósfera, la tierra y los océanos. En varias ocasiones las catástrofes ecológicas se miran con indiferencia. Sin embargo esto no ocurrió con el derramamiento de petróleo causado por la encalladura del carguero Jessica frente a la Isla San Cristóbal. El peligro que amenaza al frágil ecosistema del Archipiélago

⁶ Cfr. GREENPEACE, *¿Qué es el comercio de emisiones?*, lunes 05 de octubre de 2009, 19:35, <http://archivo.greenpeace.org/Clima/kioto-emisiones.htm>

concierno a todos puesto que las Islas encantadas fueron declaradas Patrimonio Natural de la Humanidad en 1979 y seis años después Reserva de la Biosfera (1985), por la UNESCO, por ser único en su género debido a sus condiciones ambientales exclusivas que permiten que se desarrollen allí diversas especies endémicas⁷.

Con el fin de proteger el patrimonio ecológico, el gobierno del Ecuador ha adoptado una serie de medidas destinadas a regular y controlar las actividades realizadas en el archipiélago, tales como los desplazamientos de turistas, científicos, militares, de embarcaciones extranjeras que navegan en las aguas de Galápagos y de los barcos que viajan desde el Ecuador Continental con bienes para satisfacer las necesidades de la población insular⁸. Para lograrlo se requiere del apoyo de toda la ciudadanía y de los sectores estratégicos que, a través de sus actividades, comprometen la seguridad de las Islas.

Se han determinado una serie de actividades que representan contingentes para la sostenibilidad de los ecosistemas, entre ellas se encuentra la generación de electricidad en las Islas ya que existe un traslado constante vía marítima de combustibles fósiles para la generación de electricidad. Cada buque presenta una amenaza constante para el medio ambiente y para la población, pues cada derrame ocasionado deja huellas imborrables en la flora y fauna de las Islas Galápagos, ocasionando en el largo plazo, efectos irreversibles en el cambio climático.

*“La idea fundamental del MDL parte del hecho de que los Gases Efecto Invernadero (GEI) que están ocasionando los trastornos climáticos, se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto.”*⁹ Esta acción, permite a los países industrializados comprometidos en la reducción de las emisiones de GEI efectuar dichas disminuciones mediante la adquisición de acciones de proyectos en los países en desarrollo donde los costos de reducción son inferiores a los costos equivalentes en los países industrializados. Entre los Objetivos del MDL se encuentra: contribuir a la mitigación del cambio climático; ayudar a los países industrializados (Anexo I) en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de GEI y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de los países en desarrollo (No Anexo I)¹⁰.

⁷ Cfr. *Islas Galápagos: frágil ecosistema en peligro*, sábado 28 de noviembre de 2009, 10:15' <http://www.sudnordnews.org/ecologia.html>

⁸ Id.

⁹ *El mecanismo de desarrollo limpio (MDL): un instrumento de flexibilidad del Protocolo de Kyoto*, sábado 28 de noviembre de 2009, 12:05, <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=418>

¹⁰ Cfr. *El mecanismo de desarrollo limpio (MDL): un instrumento de flexibilidad del Protocolo de Kyoto*, sábado 28 de noviembre de 2009, 12:05, <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=418>,

La conservación de las Islas Galápagos presenta un gran desafío y una oportunidad para la aplicabilidad de los proyectos MDL toda vez que existe un sin número de actividades a realizar bajo la estrategia del Gobierno Nacional de erradicar los combustibles fósiles en las Galápagos. Para ello se deben generar proyectos que reemplacen el consumo de este tipo de combustibles para la generación eléctrica, para el transporte, etc. La generación de energías limpias disminuirá la cantidad de CO2 emitido, aportando a reducir el calentamiento global y por consecuencia, el cambio climático.

1.1.6. Mitigación del cambio climático a través de la transferencia de tecnología.

El Proyecto Eólico San Cristóbal promueve un futuro más sostenible de la energía para las Islas Galápagos, adicionalmente contribuye a combatir el problema del cambio climático, el cual es atribuirle a las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de electricidad mediante combustibles fósiles.

El parque eólico promoverá un uso más amplio de tecnologías de energía renovable y asiste a la creación y consolidación de los mecanismos de mercado que proporcionan los incentivos para el sector privado para invertir en tecnologías limpias. Adicionalmente encara el tema de la protección de la biodiversidad mediante una disminución considerable del volumen de diesel que es transportado anualmente a las islas. Por consiguiente se reduce la amenaza ambiental relacionada con los derrames de combustible.

1.1.7. Proyecto Eólico San Cristóbal

El Proyecto Eólico San Cristóbal es un sistema híbrido eólico-diesel de generación de electricidad, mediante el cual se busca reducir la cantidad de diesel empleado en la generación de electricidad y promueve el uso de energía renovable en las Islas Galápagos en coordinación con el programa marco de energía renovable del Gobierno Ecuatoriano y auspiciado por las Naciones Unidas.

Actualmente las necesidades de energía eléctrica de la población insular se abastecen con generadores de electricidad que utilizan el diesel como insumo principal, motivo por el cual se buscó mecanismos de ayuda internacional que minimicen los riesgos de derrames de combustibles que amenazan a los frágiles ecosistemas de Galápagos.

Entre los objetivos del proyecto se encuentran:

- Reducir los riesgos de derrames de combustibles.

- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Protección de la biodiversidad.
- Reducir la dependencia en el diesel.
- Incrementar en la población local el acceso a energía limpia.

El proyecto brindará a la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos (Elecgalápagos S.A.) los conocimientos operacionales, técnicos, ambientales y financieros necesarios para operar las instalaciones eólicas de manera sostenible.

Tras la firma del Convenio de Colaboración entre el Gobierno Ecuatoriano y el e8, el 25 de abril del 2003, se conformó un equipo técnico para preparar los estudios necesarios y dar paso a la implementación del proyecto.

El e8 es una organización internacional sin fines de lucro formada por las nueve empresas eléctricas líderes de los países del Grupo G8, quienes promueven el desarrollo sostenible de energía a través de proyectos en el sector energético y actividades de capacitación, a nivel mundial. La misión del e8 es “Desempeñar un papel activo en temas globales del sector de la electricidad y promover el desarrollo sostenible.”¹¹

Las empresas miembros del e8 son: American Electric Power (Estados Unidos), Electricité de France (Francia), ENEL S.p.a. (Italia), Hydro-Quebec (Canadá), Kansai Electric Power Company, Inc (Japón), Ontario Power Generation (Canadá), RAO-UES de Rusia, RWE AG (Alemania) y Tokyo Electric Power Company, Inc (Japón).

En el proyecto se contó con la participación adicional del Parque Nacional Galápagos, la Fundación Charles Darwin y la Empresa Eléctrica de Galápagos, la cual se convirtió en el socio del e8 en el Fideicomiso Mercantil, administrado por FondosPichincha S.A., creado para la ejecución del proyecto.

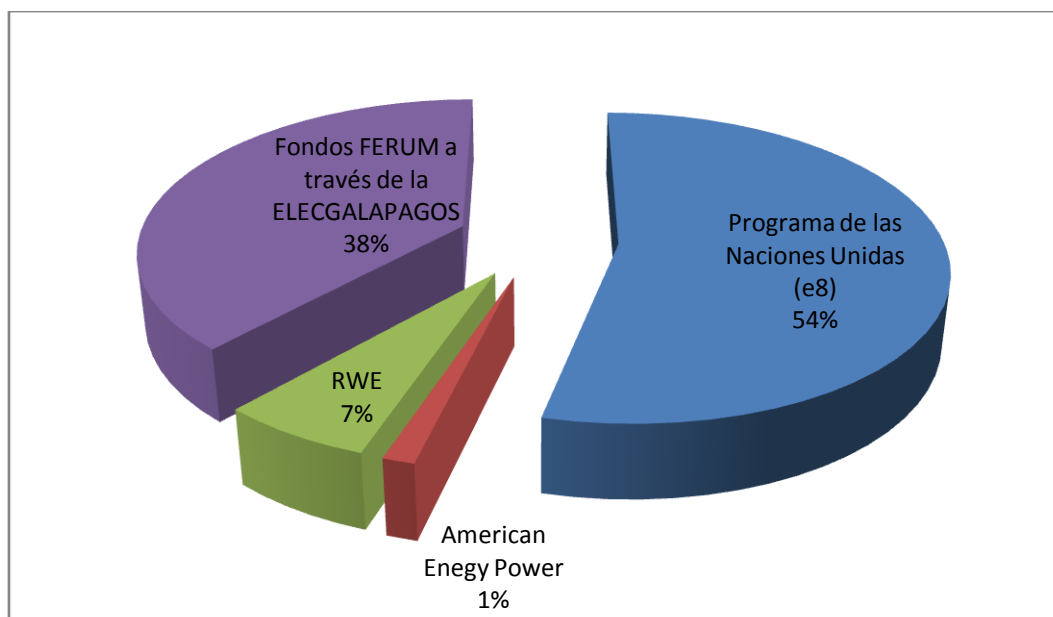
Los principales beneficiarios del Proyecto Eólico son la Empresa Eléctrica Elecgalápagos S.A., quien asumirá la propiedad de las instalaciones del proyecto, los habitantes de la Isla San Cristóbal, el medio ambiente y la población.

¹¹ Proyecto Eólico San Cristóbal., *op. cit.*, p 6.

1.1.7.1. Financiamiento

El financiamiento para la construcción del proyecto ascendió a US\$9.755.716,21. Está conformado principalmente por donaciones internacionales realizadas por el grupo e8, Fundación Naciones Unidas, fondos del FERUM asignados por el gobierno ecuatoriano y fondos provenientes de donaciones del impuesto a la renta.

**GRÁFICO 1: FINANCIAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
EÓLICO SAN CRISTÓBAL (2005-2009)**



Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

1.1.7.2. Proyección de resultados esperados

Se espera que el proyecto eólico reduzca significativamente el consumo de diesel en la Isla San Cristóbal. En la Tabla 1 se presentan los resultados de las proyecciones de demanda de energía y de generación de energía eólica con respecto al comportamiento esperado para el sistema híbrido de San Cristóbal realizadas por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos (NREL).

TABLA 1: PROYECCIÓN DE ENERGÍA A GENERARSE POR EL PARQUE EÓLICO

Año	Demanda de energía (kwh)	Energía Eólica entregada (kwh)	%Diesel desplazado
2008	7.981.164	4.126.164	52%
2013	10.186.114	4.887.240	48%
2018	11.808.498	5.375.724	46%
2023	13.689.286	5.932.941	43%
2028	15.869.643	6.626.638	42%

Fuente: EOLIC S.A.

Elaboración: Propia

1.2. Planteamiento del problema**1.2.1. Situación Actual****1.2.1.1. La Situación demográfica: incremento de la población en las Islas Galápagos y su acceso a electricidad.**

La población residente en la provincia de Galápagos ha incrementado considerablemente en los últimos veinte años. En el año 1990 el total de habitantes de la provincia insular bordeaba las 8611 personas, de las cuales 7042 se encontraba ubicada en el área urbana. Para el año 2006, el total de residentes ascendía a 19184 personas. Del total, el 85% se encontraba en las áreas urbanas, es decir 16317, mientras que en el área rural solamente se ubicaban 2867 habitantes¹².

TABLA 2: CONCENTRACIÓN DEMOGRÁFICA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (1990-2006)

AÑO	TOTAL	URBANO	%URBANO	RURAL	%RURAL
1990	8611	7042	81,78%	1569	18,22%
1998	14661	12586	85,85%	2075	14,15%
2001	17451	14847	85,08%	2604	14,92%
2006	19184	16317	85,06%	2867	14,94%

Fuente: INEC

Elaboración: Propia

Las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el período 2001-2010 determinan que para el año 2009, la población

¹²INEC, *Censo de Población y Vivienda*, Fascículo de Galápagos, 2006.

alcanzaría los 23863 habitantes y para el 2010 incrementaría a 24366 personas. El 84% de la población continuará concentrada en las zonas urbanas¹³.

San Cristóbal es una de las Islas más significativas para la Provincia de Galápagos pues cuenta con la capital, Puerto Baquerizo Moreno. Esta isla es la segunda más poblada del territorio insular. Para el año 2006, contaba con 6142 habitantes, de los cuales 5539 se encontraban localizados en el área urbana¹⁴. Según proyecciones realizadas por el INEC, para el año 2010, la Isla contará con 7363 habitantes, de los cuales el 85% se ubicará en la zona urbana¹⁵.

La población de San Cristóbal, cuenta con acceso a electricidad en las viviendas. En esta isla se registran 1686 viviendas, de las cuales, el 99.5% cuenta con este servicio básico¹⁶.

TABLA 3: SERVICIO ELÉCTRICO ISLA SAN CRISTÓBAL
(2006)

SERVICIO ELÉCTRICO		
TOTAL	1686	100%
Si dispone	1677	99,5%
No dispone	9	0,5%

Fuente: INEC

Elaboración: Propia

A la densidad demográfica de las islas, se le debe adicionar el número de visitantes y turistas que llegan cada año, pues estos han incrementado considerablemente a partir de los años setenta, en el cual se recibió a 4.000 turistas. Para 1984, las Islas Galápagos recibieron a 45.000 visitantes. Finalmente, para el año 2008, el número se incrementó a 176.000¹⁷.

El crecimiento poblacional de las Islas ha fortalecido la necesidad de trasladar desde el continente, combustibles fósiles, especialmente diesel y de esta manera, garantizar el acceso a servicios básicos, principalmente electricidad, ocasionando impactos negativos en la flora y fauna de Galápagos.

¹³INEC, *Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según regiones, provincias y sexo*, periodo 2001-2010.

¹⁴Id.

¹⁵Id.

¹⁶INEC, *Censo de Población y Vivienda*, op. cit.

¹⁷NORIEGA, Marcela, "El Otro lado del Paraíso", Revista Gestión, #182, agosto 2009, p. 48.

“La provincia insular demanda una potencia total de 4 megavatios y los principales problemas de la generación son la contaminación que producen los grupos electrógenos y los riesgos que implica el abastecimiento del diesel, que debe ser transportado por barco desde el territorio continental.”¹⁸

La tarifa de electricidad en las Islas Galápagos es altamente subvencionada al igual que en gran parte del Ecuador continental. Para cumplir con el objetivo del actual gobierno de promover el uso de energía renovable para la generación de electricidad, el CONELEC, estableció las siguientes tarifas que se pagarán a los productores de energía que utilicen estas tecnologías (Regulación 009/06): fotovoltaica - 52,04 c/kWh; eólica - 9.39 c/kWh; biomasa - 9.67 c/kWh. Estas tarifas son válidas se aplican en Ecuador continental; mientras que, para Galápagos las tarifas son más altas, en un 30% para la eólica¹⁹.

1.2.1.2. Población flotante

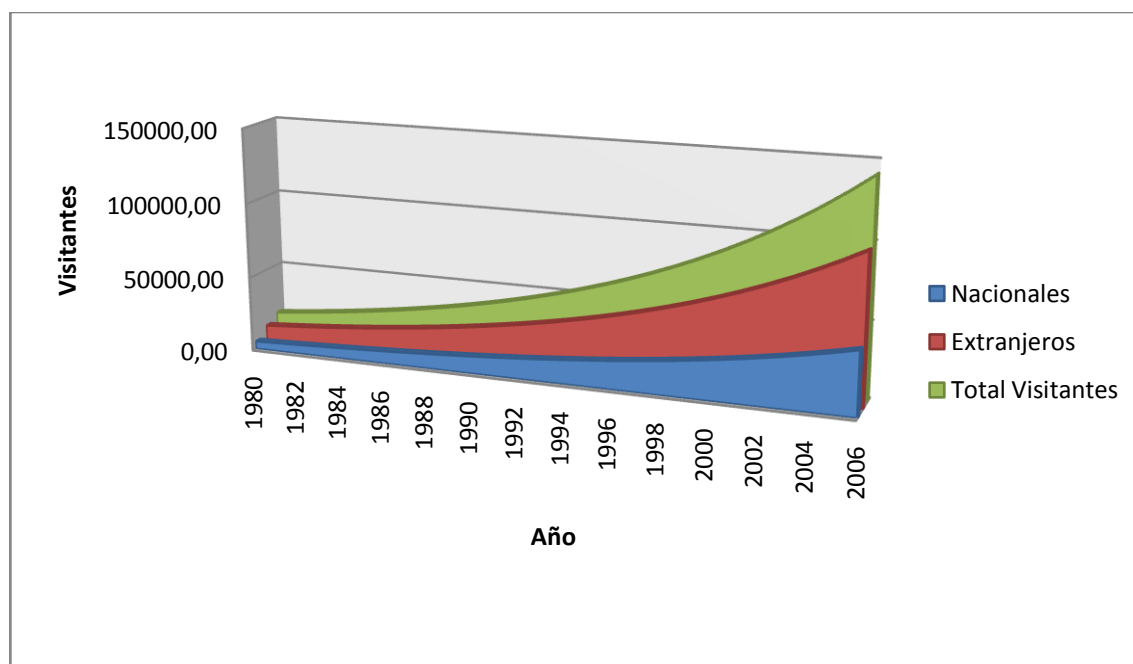
Durante los últimos treinta años, las Islas Galápagos han experimentado un creciente aumento en el número de visitantes, a tal punto que de 17.000 turistas que ingresaron en 1980, la cifra en el 2006, 25 años después, ascendió a más de 145.000. El total de visitantes que ingresaron al archipiélago se multiplicó en 7.25 veces y creció a una tasa promedio anual del 8.5%. El 70% correspondió a turistas de origen extranjero y el 30% complementario a nacionales²⁰.

¹⁸ CONELEC, Proyecto Eólico San Cristóbal, sábado 28 de noviembre de 2009, 08:05, <http://www.conelec.gov.ec/contenidos2.php?id=335&tipo=5&idiom=1>

¹⁹ Proyecto Eólico San Cristóbal., *op.cit.*, p 16

²⁰ Cfr. CARRIÓN GONZÁLEZ, Carlos, *Estudio de previsión de la demanda de energía en las Islas Galápagos: Escenarios socioeconómicos*, ERGAL, octubre 2007, p 14.

**GRÁFICO 2: FLUJO DE TURISTAS NACIONALES Y EXTRANJEROS
PERIODO 1980-2006**



Fuente: Eco. Carlos Carrión González

Elaboración: Propia

1.2.1.3. Demanda de combustible en las Islas Galápagos

1.2.1.3.1. Demanda de Diesel

En el año 2001 el consumo de diesel alcanzaba los 5.8 millones de galones, para el año 2006 se incrementó a 8.4 millones de galones, presentando un incremento del 44,8%. Comparando el año 2005 con el 2006, en éste último la demanda de diesel creció en 13.5%²¹.

En este año, dentro de las actividades económicas de mayor consumo energético se encuentra el sector turístico (barcos) con 60.4%, la generación de energía eléctrica con el 24.5%.

²¹CARRIÓN GONZÁLEZ, op. cit., p 65.

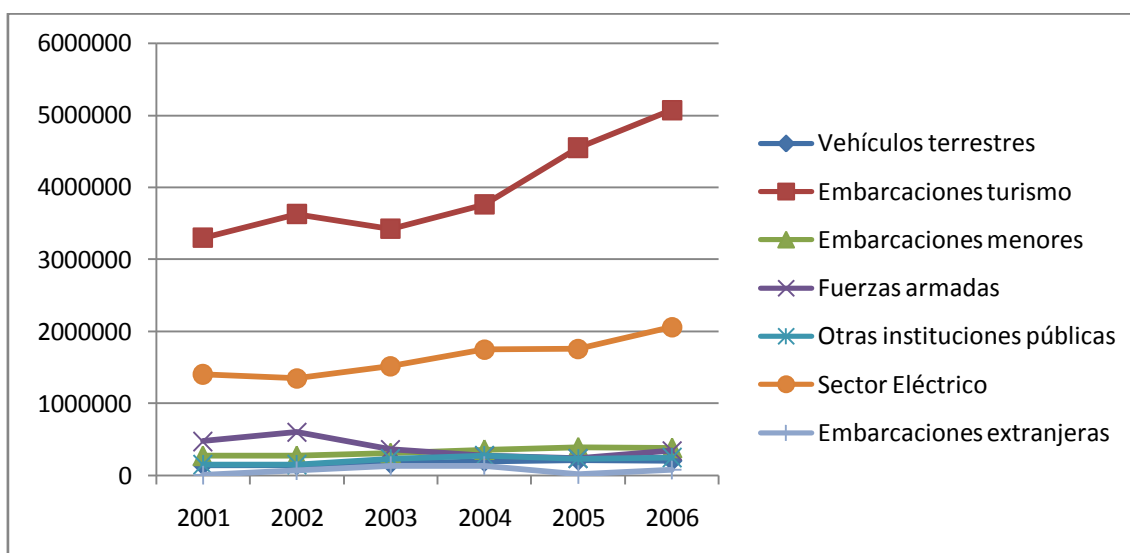
TABLA 4: CONSUMO DE COMBUSTIBLE, DESPACHO POR SECTORES

SECTORES/ AÑOS	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Cantidad galones	%	Cantidad galones	%	Cantidad galones	%	Cantidad galones	%	Cantidad galones	%	Cantidad galones	%
Vehículos terrestres	148.841	2,6%	149.204	2,4%	169.737	2,7%	194.765	2,9%	211.983	2,9%	207.212	2,5%
Embarcaciones turismo	3.299.865	57,2%	3.631.221	58,2%	3.425.573	55,5%	3.760.801	55,6%	4.550.586	61,5%	5.071.538	60,4%
Embarcaciones menores	276.420	4,8%	277.093	4,4%	315.228	5,1%	361.706	5,3%	393.684	5,3%	384.822	4,6%
Fuerzas armadas	476.259	8,3%	605.385	9,7%	368.298	6,0%	277.785	4,1%	240.162	3,2%	346.735	4,1%
Otras instituciones públicas	152.908	2,7%	155.330	2,5%	237.726	3,9%	279.924	4,1%	238.890	3,2%	252.754	3,0%
Sector Eléctrico	1.407.215	24,4%	1.350.249	21,6%	1.521.750	24,6%	1.749.623	25,9%	1.755.436	23,7%	2.059.000	24,5%
Embarcaciones extranjeras	7.438	0,1%	72.517	1,2%	136.047	2,2%	140.385	2,1%	14.566	0,2%	80.884	1,0%
Total	5.768.946	100,0%	6.240.999	100,0%	6.174.359	100,0%	6.764.989	100,0%	7.405.307	100,0%	8.402.945	100,0%
Variación			8,2%		-1,1%		9,6%		9,5%		13,5%	

Fuente: Eco. Carlos Carrión González

Elaboración: Propia

GRÁFICO 3: CONSUMO DE DIESEL PERIODO 2001-2006



Fuente: Eco. Carlos Carrión González.

Elaboración: Propia.

1.2.1.3.2. Despacho de combustible fósil en la Terminal Baltra por parte de Petrocomercial

En el Ecuador, Petrocomercial, filial de Petroproducción, es la entidad encargada de distribuir y abastecer de combustibles a las distintas terminales existentes a lo largo del Ecuador. Para las Islas Galápagos se encuentra establecida la Terminal Baltra, la cual en el año 2008 recibió 12.200.268 galones, los cuales se encontraban distribuidos de la siguiente manera: 7.586.742 galones de diesel 2,

2.187.900 galones de diesel 2 eléctrico y 2.425.626 galones de gasolina extra²². Entre el año 2006 y el año 2008, el crecimiento del traslado de combustible fósil a las Islas fue del 20%, mientras que para diesel 2 eléctrico, alcanzó el 6%.

TABLA 5: DESPACHO ANUAL DE COMBUSTIBLE TERMINAL BALTRA

Depósito: Terminal Baltra					
Medida: Galones					
		2006	2007	2008	2009
Petrocomercial	DIESEL 2	6.247.028	7.288.996	7.586.742	5.046.005
	DIESEL 2 ELECTRICO	2.059.000	2.058.000	2.187.000	1.743.600
	GASOLINA EXTRA	1.852.164	2.144.244	2.425.626	1.820.800
		10.158.192	11.491.240	12.199.368	8.610.405

Fuente: Petrocomercial.

Elaboración: Propia

En la Tabla 6 se puede observar el despacho mensual por galones de diesel 2 eléctrico en la Terminal de Baltra desde el mes de septiembre del año 2008 hasta el mes de septiembre de 2009, mismo que tiene un promedio de entrega de ciento sesenta y un mil ciento setenta y siete galones mensuales.

TABLA 6: DESPACHO MENSUAL DE DIESEL 2 ELÉCTRICO

	2008/09	2008/10	2008/11	2008/12	2009/01	2009/02	2009/03
total diesel 2 eléctrico (galones)	189.100	125.600	146.900	181.700	30.700	60.000	234.500
	2009/04	2009/05	2009/06	2009/07	2009/08	2009/09	Promedio
	252.300	211.200	165.100	188.950	179.250	130.000	161.177

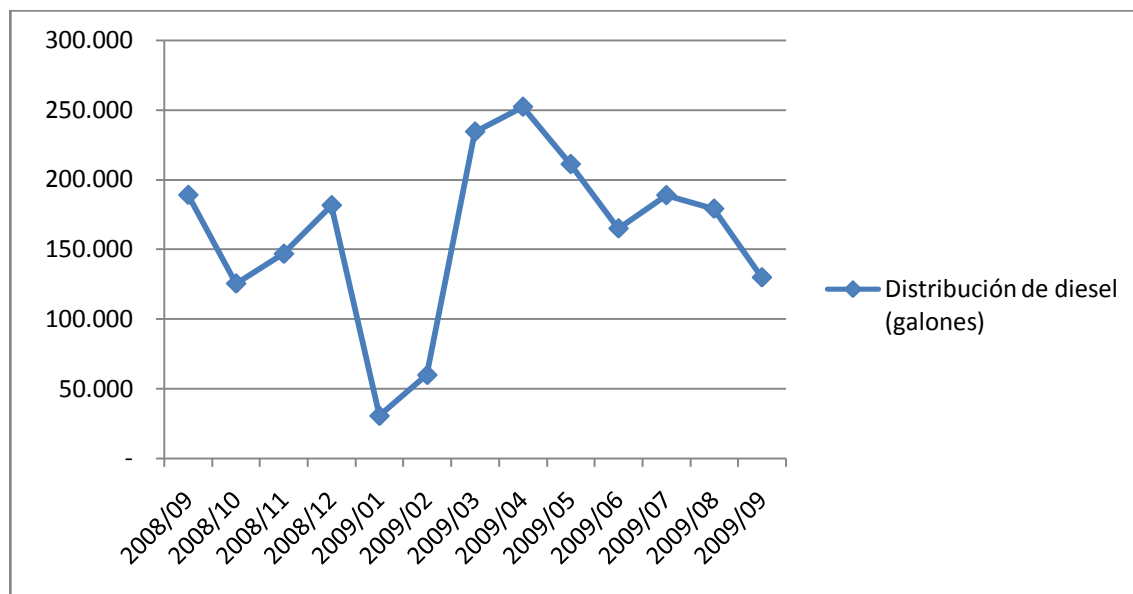
Fuente: Petrocomercial

Elaboración: Propia

Como se puede observar en el gráfico 4, en el mes de enero de 2009 se obtuvo la menor entrega de diesel dos eléctrico con 30.700 galones, mientras que en abril del mismo año, el despacho del combustible fósil antes señalado alcanzó el mayor rubro, ascendiendo a los 252.300 galones.

²²PETROCOMERCIAL, Informes Estadísticos, Despachos Anuales a Nivel Nacional, sábado 21 de noviembre de 2009, 11:00, http://www.petrocomercial.com/wps/documentos/Control_de_Gestion/InformesEstadisticos/DespachosAnualesANivelNacional.pdf

GRÁFICO 4: DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE DIESEL DOS ELÉCTRICO (galones)



Fuente: Petrocomercial

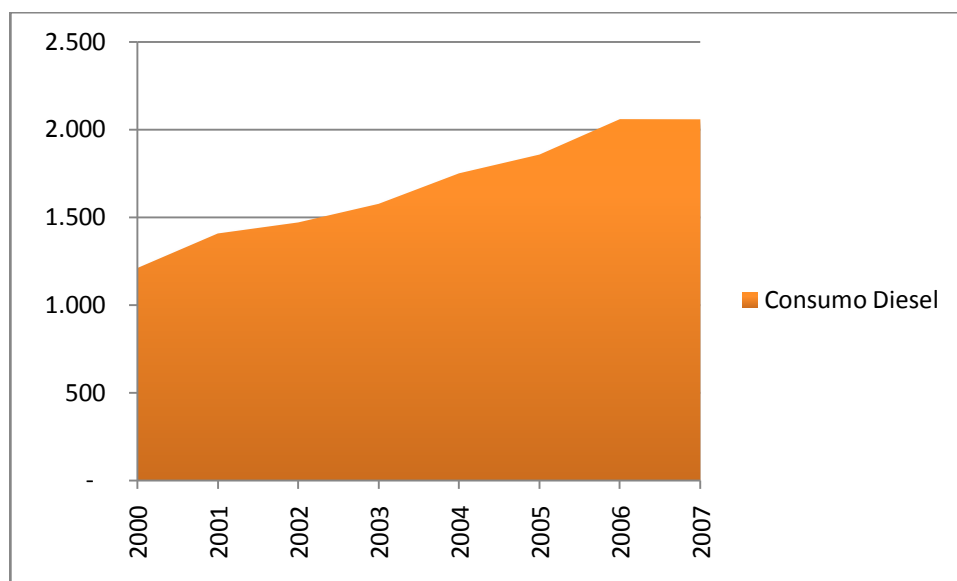
Elaboración: Propia

1.2.1.3.3. Consumo de Diesel 2 Eléctrico

El consumo de diesel 2 en el sector eléctrico en las Islas Galápagos se ha incrementado galopantemente desde inicios del segundo milenio. En el año 2001 el consumo de este combustible fósil era de aproximadamente 1.210.000 galones, al 2003 alcanzaba los 1.576.000 galones y para el año 2007 bordeaba los 2.058.000 galones, representando un crecimiento de la demanda de diesel del 70.08%²³.

²³ CARRIÓN GONZÁLEZ, op. cit., p 70.

**GRÁFICO 5: CONSUMO DIESEL SECTOR ELÉCTRICO EN
GALÁPAGOS (10³ Gal/año)**



Fuente: Proyecto ERGAL

Elaboración: Propia

1.2.1.3.4. Consumo de Energía Eléctrica

El consumo de energía eléctrica es un claro indicador de la dinámica económica de una sociedad. Para el caso de Galápagos, en correspondencia con el acelerado crecimiento económico, la demanda varió de 14.3 millones de KWH en el 2001 a 23.0 millones en el 2006, experimentando un crecimiento del 60.8% a nivel regional.

La facturación en la Isla San Cristóbal tuvo el incremento más bajo de la Provincia entre el 2001 y el 2006 y representó el 33.3% del crecimiento del consumo global.

TABLA 7: CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ISLAS GALÁPAGOS

Millones de kWh			
ISLA	2001	2006	Variación (%)
SANTA CRUZ	8,5	14,8	74,1%
SAN CRISTÓBAL	4,8	6,4	33,3%
ISABELA	1,0	1,8	80,0%
TOTAL	14,3	23,0	60,8%

Fuente: PROYECTO ERGAL

Elaboración: propia

Para el año 2006, la energía disponible en la Isla San Cristóbal fue de 7.148.726 kWh, de los cuales se facturaron 6.441.351 kWh y 707.375 kWh corresponden a pérdidas energéticas, representando el 9.90% de la energía generada. Para obtener esta generación fueron utilizados 598.084 galones de diesel, obteniendo un rendimiento de 11.95 kWh/galón²⁴.

TABLA 8: SAN CRISTÓBAL: OFERTA, DEMANDA Y PÉRDIDA DE ENERGÍA Y RENDIMIENTO (KWH) POR GALÓN DE DIESEL CONSUMIDO

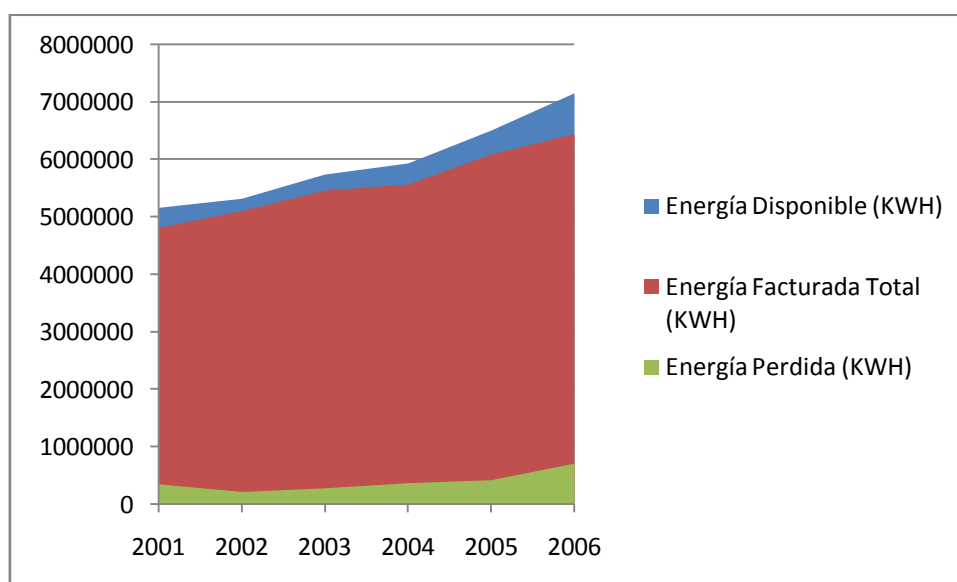
PERÍODO 2001 – 2006

CONCEPTO	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Energía Disponible (KWH)	5155573	5313600	5734781	5928067	6500137	7148726
Energía Facturada Total (KWH)	4807431	5099390	5456853	5561477	6081047	6441351
Energía Perdida (KWH)	348142	214210	277928	366590	419090	707375
% Pérdidas de Energía	6,75	4,03	4,85	6,18	6,45	9,9
Consumo Diesel (Galones)	439225	453067	464848	484771	541888	598084
Rendimiento (KWH/Gal.)	11,74	11,73	12,34	12,23	12	11,95

Fuente: Proyecto Ergal

Elaboración: Eco. Carlos Carrión González

GRÁFICO 6: ENERGÍA DISPONIBLE, FACTURADA Y PERDIDA (2000-2006)



Fuente: Proyecto ERGAL

Elaboración: Propia

²⁴CARRIÓN GONZÁLEZ, op. cit., p 68.

1.2.1.4. Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.

Por la situación geográfica de las islas, el área de concesión de la Empresa Eléctrica Galápagos es un sistema no incorporado al Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.). A diciembre de 2008, tuvo una potencia efectiva de 10.19 MW y su producción bruta fue de 26.84 GWh. La Empresa Eléctrica Galápagos S.A. (ElecGalápagos) es la responsable de la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica, siendo éstas: San Cristóbal, Santa Cruz, Isabela y Floreana²⁵. Esta empresa eléctrica no tiene interconexiones entre sus islas, por lo que es inminente la generación propia de cada una de ellas.

1.2.2. Preguntas de investigación

1.2.2.1. Pregunta general

¿Cuáles son las ventajas económicas, sociales y ambientales que tendrá, para la ciudad de San Cristóbal y para su población, la sustitución de combustibles fósiles por energía eólica en la generación de electricidad?

1.2.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles serán los beneficios económicos de la sustitución de energía térmica por energía eólica en la Isla San Cristóbal?
- ¿Cuáles son los impactos socioeconómicos y ambientales de la sustitución de energía térmica por energía eólica?
- ¿Cuáles son y serán las fuentes de financiamiento para la generación de energía eólica que harán sostenible el Proyecto?

1.2.3. Delimitación del problema

La presente investigación se realizará a través del Proyecto Eólico en la Isla San Cristóbal de la Provincia Insular de Galápagos durante el periodo comprendido entre el 01 de octubre de 2007 hasta diciembre de 2009.

²⁵ CONELEC, *Plan Maestro de Electrificación 2009-2020*, Ecuador, p 322.

1.3. Justificación

Debido a la importancia que el acceso a servicios básicos, entre ellos la electricidad, representa en el desarrollo tanto económico como social de la Isla San Cristóbal y dada la compleja situación geográfica de las Islas Galápagos, es necesario presentar alternativas sustentables que faciliten el acceso universal a este servicio básico sin que ello implique comprometer los recursos naturales y la biodiversidad que caracterizan a las Islas.

A lo largo de la Historia del Ecuador, los gobiernos han debido enfrentarse a serios problemas de cobertura de servicios básicos que, tal como lo indica la Constitución del Ecuador, son de carácter universal, es decir, deben llegar a todos los ecuatorianos, sin excepción alguna.

En el caso de las Islas Galápagos la cobertura de servicios básicos, como la electricidad son aún más complejos, pues su situación geográfica y su distancia con el Ecuador Continental impiden que la provisión de este servicio sea realizado de la manera convencional. Las Islas encantadas no se encuentran conectadas al Sistema Nacional Interconectado y por esta razón se ven obligados a trasladar combustibles fósiles altamente contaminantes. En estos desplazamientos existen altos riesgos de accidentes, como el acaecido en el año 2001, los cuales inciden negativamente en la flora y fauna de las Islas.

El Gobierno Ecuatoriano, junto con el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables han diseñado una estrategia de “Cero Combustibles Fósiles en las Islas Galápagos” con el fin de preservar este patrimonio natural de la humanidad, declarado como patrimonio en riesgo por la UNESCO.

Dentro de este marco estratégico se cimentó el Proyecto Eólico San Cristóbal, el cual busca sustituir la generación térmica de electricidad por energía eólica de 2.4 MW a través de un sistema híbrido que reducirá el consumo de diesel 2 en alrededor del 50%. Con esta nueva generación de energía se cubrirá la demanda de electricidad de la Isla San Cristóbal hasta en un 50%, se reducirán las emisiones de CO₂ a la atmósfera y se reducirá el número de galones de diesel trasladado anualmente. Adicionalmente se encuentra inscrito dentro del marco de Mecanismo de Desarrollo Limpio, con el cual se podrán emitir certificados y comercializarlos dentro del Mercado de Carbono, generando ingresos adicionales para EOLICSA en el presente y a partir del año 2016 para la Empresa Eléctrica Galápagos.

1.4. Metodología de Investigación

1.4.1. Tipo de investigación

La investigación utilizada en este grado será del tipo exploratorio toda vez que la búsqueda de información es imprescindible para el adecuado desarrollo del mismo. El levantamiento de información de la presente investigación se efectuará mediante trabajo de campo, realización de entrevistas directas e investigaciones. Adicionalmente será necesaria la utilización de herramientas de la investigación descriptiva, para la adecuada recolección y procesamiento de la información.

1.4.2. Métodos de investigación

La investigación que será de tipo deductivo se realizará en la Compañía Eólica San Cristóbal S.A., EOLICS.A., quien gerencia el Proyecto Eólico San Cristóbal y en el Fideicomiso Eólico San Cristóbal quien ha administrado el Proyecto desde sus inicios. Se realizarán entrevistas a personas de estas instituciones que puedan aportar información útil para el desarrollo de la investigación y de ser necesario levantamiento de estadísticas en caso de ser necesarias.

1.4.3. Fuentes de información

El presente trabajo requiere de recursos de información sobre las condiciones socio económicas y ambientales de la Isla San Cristóbal, las cuales se encuentran disponible en sistemas de indicadores como Censos Nacionales y Encuestas de Condiciones de vida del INEC, publicaciones de PNUD, publicaciones de la Fundación Charles Darwin y la información que aportan los libros y artículos de revistas utilizados en el trabajo. Adicionalmente, se cuenta con los estudios de factibilidad del Proyecto Eólico San Cristóbal, y con las estadísticas de generación obtenidas por EOLICS.A., las cuales serán facilitadas por el Ing. Luis Vintimilla, Gerente General de Eólica San Cristóbal S.A.

1.4.4. Procedimiento metodológico

Entender fenómenos económicos, sociales y ambientales como es el caso de la contaminación y del cambio climático implica analizar distintas variables, las cuales deben ser interpretadas y comprendidas bajo un marco teórico que de coherencia a los diferentes datos y permita entender la transición de emplear combustibles fósiles a energía eólica en el proceso de generación de electricidad en la Isla San Cristóbal. Para ello se realizará el levantamiento de información a través de fuentes primarias, que permitan conocer los impactos generados por el empleo de diesel eléctrico. Se

investigarán las estadísticas presentadas en los Censos Nacionales y Encuestas de Condiciones de vida del INEC, publicaciones de PNUD, publicaciones de la Fundación Charles Darwin, EOLICS.A., etc. Adicionalmente se efectuarán entrevistas directas al Gerente General del Proyecto y se realizará trabajo de campo, a través del cual se investigará el proceso de generación eólica.

Una vez procesada la información recopilada, se procederá con la evaluación de proyectos, en el cual se analizarán los impactos económicos, sociales y ambientales que tendrá el Proyecto Eólico para la Isla San Cristóbal. En la evaluación financiera se analizarán las tasas de retorno de la inversión realizada. Para el aspecto social se determinarán los precios y cantidades sociales. Finalmente para la evaluación ambiental se utilizarán los métodos de Battle y Leopold, los cuales determinan las condiciones e impactos ambientales mediante unidades medibles. Finalmente, se conocerá si el Proyecto Eólico es sustentable en el tiempo y para ello se analizará el comercio de emisiones a través de los CER's.

1.5. Hipótesis de trabajo

- a)** El beneficio económico, social y ambiental obtenido a través de la energía eólica para la generación de electricidad en la Isla de San Cristóbal es superior al costo incurrido en la generación de energía térmica.
- b)** La reducción de gases de efecto invernadero, obtenida a través de la sustitución de energía térmica por energía eólica, y la comercialización de certificados de carbono en el mercado internacional, son la principal fuente de autofinanciamiento del Proyecto Eólico San Cristóbal.

1.5.1. Variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Población	Crecimiento poblacional Crecimiento poblacional urbano Crecimiento poblacional rural Crecimiento población flotante: turistas
Cobertura servicios básicos	Disponibilidad servicio eléctrico
Demanda de Diesel	Demanda de diesel por sectores económicos Despachos anuales por sectores Despacho de diesel 2 a la Terminal de Baltra Energía facturada KWH Energía disponible KWH Energía perdida KWH Consumo de diesel 2 en el sector eléctrico KWH
Generación de Energía Eléctrica	Producción de energía parque eólico KWH Participación diesel en la generación de electricidad Participación de la energía eólica en la generación de electricidad Generación mensual de energía eléctrica
Costos	Costo generación de 1 KWH mediante energía térmica Costo generación de 1 KWH mediante energía eólica Costos sociales Costos de inversión Costos de mantenimiento y operación Costos intangibles Costos indirectos
Beneficios	Beneficio neto directo Beneficio económico Beneficio neto indirecto Beneficio social Tasa Interna de Retorno Beneficio intangible Externalidad: Reducción de CO2 en la atmósfera
Precios	Precio de mercado: tarifa regulada CONELEC Precio social Precio objetivo de EOLICS.A.

1.6. Objetivos

1.6.1. General

Conocer los beneficios y costos de la sustitución de combustibles fósiles por energía eólica para la generación de electricidad en la Isla de San Cristóbal.

1.6.2. Específicos

- Conocer los beneficios financieros, sociales y ambientales de la sustitución de combustibles fósiles por energía eólica.
- Identificar las fuentes de financiamiento para la generación de electricidad generada mediante el Proyecto Eólico de San Cristóbal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Combustible y tipos de combustibles

2.1.1. Combustible

“Un combustible es una sustancia que, al combinarse con el oxígeno u otro oxidante, arde fácilmente, dando lugar a una combustión.”²⁶

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando se quema, y luego cambiar o transformar su estructura química. Supone también la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable.

2.1.2. Tipos de combustibles

- **Combustibles sólidos:** carbón, madera y turba.
- **Combustibles fluidos,** se encuentran los líquidos como el gasóleo, el queroseno o la gasolina (o nafta)
- **Combustibles gaseosos,** como el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano. Las gasolinas, gasóleos y hasta los gases, se utilizan para motores de combustión interna.

Los combustibles fósiles son mezclas de compuestos orgánicos mineralizados que se extraen del subsuelo con el objeto de producir energía por combustión. El origen de esos compuestos son seres vivos extinguidos hace millones de años. Entre este tipo de combustibles se encuentra: carbón, procedente de bosques del periodo carbonífero, el petróleo y el gas natural, procedentes de otros organismos. Entre los combustibles más utilizados se encuentran el gas butano, el gas natural y el gasóleo. Los combustibles fósiles son recursos no renovables que no se reponen por procesos biológicos, es decir, eventualmente se acabarán.

²⁶ OCEANO UNO, *Diccionario Enciclopédico Ilustrado*, Editorial Océano, España, 1990

2.2. Energía y tipos de energía

“La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo, de producir movimiento, de generar cambio. Es inherente a todos los sistemas físicos, y la vida en todas sus formas, se basa en la conversión, uso, almacenamiento y transferencia de energía”²⁷.

Puede presentarse como energía potencial (energía almacenada) o como energía cinética (energía en acción). La energía no puede ser creada ni destruida, sólo transformada de una forma en otra. Según su origen puede ser: energía química, nuclear o atómica, mecánica, radiante y eléctrica²⁸.

El ser humano ha desarrollado, a través de su historia, sistemas de vida en los que además de la energía necesaria para su subsistencia biológica consume energía para mantener, desarrollar y satisfacer otras necesidades tales como vivienda, transporte, bienes y servicios, etc. Para ello ha recurrido al uso de distintas fuentes energéticas; inicialmente fue el fuego, la energía solar, la energía animal, la energía eólica (viento), la hidráulica (proveniente del agua) y en el último siglo la energía de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) y la energía nuclear.

La Revolución Industrial acaecida en el siglo XIX fue el inicio de una serie de cambios tecnológicos, económicos y sociales que concluyeron en la consolidación de un modelo de subsistencia, sustentado energéticamente en el uso de los combustibles fósiles, cuyas fuentes son recursos naturales no renovables. Actualmente el 80% del consumo mundial de energía proviene de ellos, y el 20 % restante se reparte en energía hidroeléctrica (15%) y energía nuclear (4%)²⁹.

El incremento de la población mundial y su efecto sobre el comportamiento de los modelos de producción y consumo de bienes y servicios, han provocado un marcado incremento en el consumo energético.

Los combustibles fósiles al ser empleados como fuentes energéticas principales representan por la magnitud del consumo, una gran amenaza para la salud, el bienestar económico y la estabilidad ambiental. La producción como en el uso, producen la liberación de gases de efecto invernadero y tóxicos involucrados en múltiples procesos contaminantes. Estas emisiones gaseosas provenientes de la

²⁷ Melendi, D., *Energía*, sábado 28 de noviembre de 2009, 18:50, <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Energ.htm>.

²⁸ Cfr. Melendi, D., *op. cit.*

²⁹ *Id.*

combustión de combustibles fósiles representan aproximadamente 27% de los gases de efecto invernadero.

Actualmente, el mundo requiere nuevas estrategias energéticas, energías más “limpias”, más eficientes y más diversas. Entre estas nuevas formas están incluidas en las llamadas energías alternativas:

- **“Energía Eólica:** aprovechable transformándola en energía eléctrica y /o mecánica.
- **Energía Solar:** aprovechable en su forma térmica (calor) y fotovoltaica (electricidad).
- **Energía Geotérmica:** aprovechable en forma térmica, eléctrica y mecánica.
- **Energía de Biomasa:** generando adecuadamente “biogás”.
- **Energía de Mareas:** aplicada a generadores eléctricos
- **Energía Hidráulica** a partir de sistemas hidroeléctricos en pequeña y mediana escala excluyendo las grandes represas³⁰

Energía eólica es la energía obtenida del viento. Se genera por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde.

2.3. Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

2.3.1. Protocolo de Kyoto

Dentro del marco multilateral de la Convención de Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto representa el primer compromiso formal para tomar acciones tendientes a estabilizar el clima global.

En el Protocolo de Kyoto los países industrializados y economías en transición (listados como países Anexo B del Protocolo) asumen el compromiso de reducir alrededor de 5%⁴ sus emisiones nacionales anuales de gases con efecto invernadero respecto a los niveles emitidos en 1990. Dichas reducciones deben concretarse para el primer período de compromiso comprendido entre 2008-2012 (Aguatella, 2000).

El Protocolo de Kyoto no establece ningún compromiso de reducción de emisiones para los países en vías de desarrollo, conocidos como países no-Anexo B en la nomenclatura del Protocolo.

³⁰Id.

2.3.2. Los Mecanismos de flexibilidad bajo el Protocolo de Kyoto: el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Los mecanismos de flexibilidad en el marco del Protocolo de Kyoto comprenden el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el Comercio de Emisiones (CE) y la Implementación Conjunta (IC). Estos buscan explotar las oportunidades de reducir los costos de mitigar las emisiones de gases invernadero permitiendo que estas reducciones ocurran en aquellas naciones donde el costo marginal de reducción por tonelada de emisiones abatidas sea menor.

Entre los mecanismos de flexibilidad, **sólo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) permite la participación de países en vías de desarrollo en acciones de mitigación de emisiones (países no-Anexo B que no han asumido compromisos bajo la convención).** El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) busca crear un mercado internacional que permita a los países del Anexo B efectuar transacciones para “adquirir” parte del monto total de reducción comprometido por ellos a través de proyectos de mitigación en países sin compromisos (no- Anexo B). Estos proyectos MDL de mitigación en países no-Anexo B generarían reducciones de emisiones certificadas internacionalmente⁸ que serían los títulos intercambiados en las transacciones que ocurran dentro de este mercado. (Aqcuatella, 2000)

Los CERs (reducciones certificadas de emisiones) son simplemente reducciones de un monto específico de emisiones logradas por un proyecto y certificadas internacionalmente por las entidades competentes bajo la convención de cambio climático. Estos CERs serían transados en el mercado internacional y servirían a países del Anexo B para cumplir con los compromisos nacionales de reducción bajo la convención UNFCCC.

Formalmente la oportunidad económica del comercio de emisiones radica en explotar la heterogeneidad relativa de los costos marginales de mitigación de emisiones de gases invernadero observada entre diferentes países a través de la creación de un mercado internacional de CERs. Dicho mercado se comportaría como cualquier otro mercado internacional de “commodities” ya que los CERs, una vez certificados por el cuerpo competente, serían un activo homogéneo independientemente del país de origen. (Aqcuatella, 2000)

Por esta razón los proyectos calificados en el Protocolo de Kyoto como proyectos MDL cuentan con una oportunidad de financiamiento a través de la comercialización de certificados de carbono en el mercado internacional.

2.3.3. Mecanismo de Desarrollo Limpio

“El MDL está definido en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto, y se refiere a actividades de mitigación del cambio climático, entre los países industrializados o Anexo I y los países en desarrollo o No-Anexo I.”³¹

“La idea fundamental del MDL parte del hecho de que los Gases Efecto Invernadero (GEI) que están ocasionando los trastornos climáticos, se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto.”³² Esta acción, permite a los países industrializados comprometidos en la reducción de las emisiones de GEI efectuar dichas disminuciones mediante la adquisición de acciones de proyectos en los países en desarrollo donde los costos de reducción son inferiores a los costos equivalentes en los países industrializados. Entre los Objetivos del MDL se encuentra: contribuir a la mitigación del cambio climático; ayudar a los países industrializados (Anexo I) en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de GEI y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de los países en desarrollo (No Anexo I)³³.

GRÁFICO 7: DOBLE OBJETIVO DE LOS PROYECTOS MDL



Elaboración y Fuente: CORDELIM

Para participar en el MDL, existen tres condiciones fundamentales que los países deben cumplir³⁴:

³¹ El MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL): UN INSTRUMENTO DE FLEXIBILIDAD DEL PROTOCOLO DE KYOTO, sábado 28 de noviembre de 2009, 12:05' <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=418>.

³² Id.

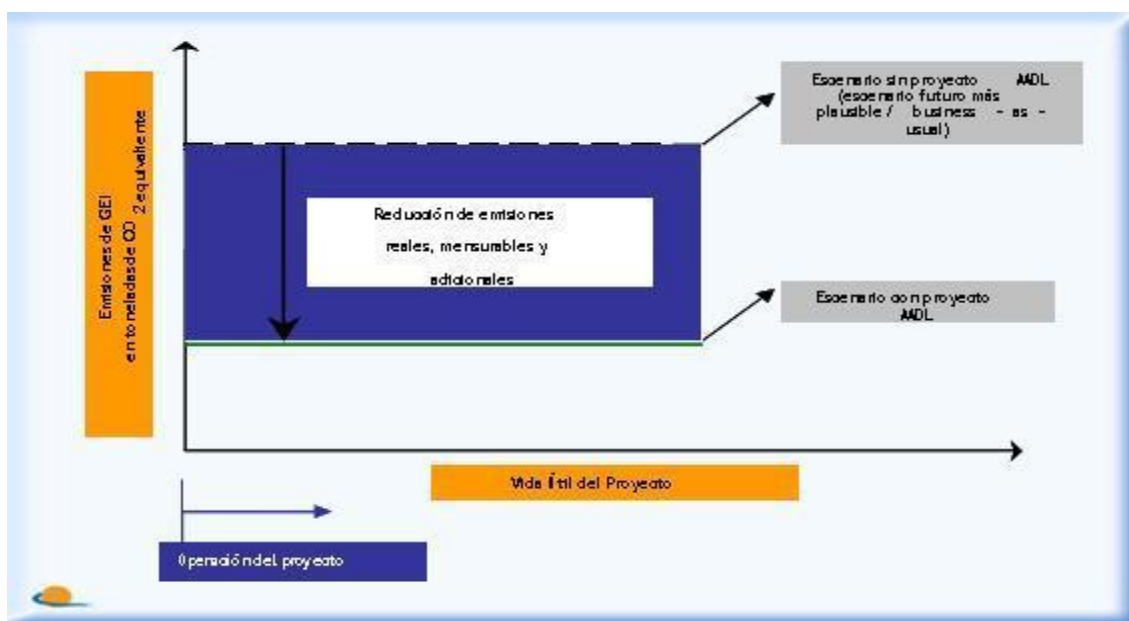
³³ Cfr. El MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL), op. cit.

³⁴ Id.

- La participación en el MDL debe ser voluntaria.
- El establecimiento de una Autoridad Nacional designada para el MDL.
- La ratificación del Protocolo de Kyoto.

Adicionalmente existe una condición fundamental para la elegibilidad de los proyectos MDL, la cual consiste en que las reducciones de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) sean reales y medibles; los proyectos MDL deben generar reducciones / secuestro de emisiones de GEI que sean “reales, medibles y a largo plazo” en un país en desarrollo con una delimitación que definirá el ámbito en el cual ocurrirá la reducción / secuestro³⁵.

GRÁFICO 8: ESQUEMATIZACIÓN PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES



Elaboración y Fuente: CORDELIM

En el gráfico 8 se esquematiza un posible caso de reducción de emisiones obtenidas gracias a la implementación de un proyecto MDL. En el mismo se observa una comparación del escenario referencial o línea base, sin proyecto versus el escenario con proyecto. El espacio contenido entre los dos escenarios representa el volumen de reducción de emisiones que estaría sujeto a transacción.

El protocolo especifica que el propósito del MDL es la contribución al desarrollo sostenible de las partes No – Anexo I. No existe una guía común / única para

³⁵ Id.

establecer criterios de desarrollo sostenible, por lo que dichos criterios son materia de soberanía del gobierno del país anfitrión de proyectos MDL.

Sin embargo, el análisis podría partir de: criterios sociales en los cuales el proyecto mejora la calidad de vida, disminuye la pobreza y aumenta la equidad, criterios económicos toda vez que el proyecto proporciona réditos a las entidades locales, resulta en un impacto positivo sobre la balanza de pagos y genera transferencia de tecnología y criterios ambientales pues además de reducir las emisiones de GEI y la utilización de combustibles fósiles, preserva los recursos locales, reduce la presión sobre los ambientes locales, procura salud y otros beneficios ambientales, y genera políticas ambientales y energéticas³⁶.

2.4. Evaluación de proyectos

Un proyecto es una planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos. Es un emprendimiento que tiene lugar durante un tiempo determinado, y que apunta a lograr un resultado único.

Los proyectos surgen en base a una necesidad, acorde con la visión de la organización. El proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, desaparece la necesidad inicial, o se agotan los recursos disponibles.

“La evaluación de un proyecto es el proceso de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generen de éste, en un determinado periodo de tiempo. Siendo su objetivo, determinar si la ejecución del proyecto es conveniente para quien lo lleve a cabo.”³⁷

El proceso de evaluación de un proyecto consiste en emitir juicios sobre la conveniencia de una propuesta. Es necesario definir claramente los objetivos perseguidos.

La evaluación económica de proyectos compara sus costos y beneficios económicos con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar dichos proyectos en lugar de otros. La evaluación puede y debe también aplicarse a múltiples decisiones “menores” en la formulación de los mismos; por ejemplo fuentes de energía, áreas de influencia, capacitación, investigación y desarrollo, etc.³⁸

³⁶ Id.

³⁷ MEIXUEIRO, Javier; PEREZ, Marco, *Metodología para la Evaluación Social de Proyectos*, CEPEP, México, noviembre 2008, p1.

³⁸ FONTAINE, Ernesto, *Evaluación social de proyectos*, Pearson, México, 2008, p 3.

2.4.1. Identificación del proyecto

Para Ernesto Fontaine, los principales errores de la evaluación de un proyecto se presentan si no se identifican claramente los costos y beneficios *“verdaderamente atribuibles al proyecto”*.³⁹

Una adecuada identificación de los costos y beneficios de un proyecto incluye determinar la situación sin proyecto, en esta última se establecerá que sucedería con la Isla San Cristóbal en el caso de que no se ejecute el proyecto a evaluar. Cabe recalcar que la situación base debe ser optimizada, lo que significa que el proceso involucrará proyectos con inversiones menores o adecuaciones, con el fin de eliminar ineficiencias en la operación de la situación actual⁴⁰.

2.4.2. Situación del Proyecto

Una vez que se ha elegido la alternativa del proyecto a evaluar se debe establecer lo que podría suceder a través del tiempo con la problemática si no se realiza el proyecto. En esta etapa es necesario establecer cómo aumentarían los costos a través del tiempo si el proyecto no se construye. Los costos y beneficios relevantes para la evaluación son los que resultan de comparar las situaciones con y sin proyecto. Adicionalmente es importante definir qué sucedería en la situación actual si no se realiza el proyecto y qué posibles optimizaciones existen para resolver el problema planteado, e incluir los efectos de otros proyectos con presupuesto asignado que incidan en la situación sin el proyecto que se evalúa⁴¹.

*“La situación sin proyecto es la situación actual optimizada proyectada en el tiempo y es, a su vez, la base respecto a la cual se compara la situación con proyecto para identificar los beneficios y costos del mismo.”*⁴²

Es conveniente contar con un análisis de mercado del bien o servicio cuyo suministro se incrementaría con el proyecto.

³⁹ Ibid., p 4.

⁴⁰ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 4.

⁴¹ Cfr. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, CEPEP, *Apuntes sobre la evaluación social de proyectos*, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C, segunda edición, 2004.

⁴² CEPEP, op cit.

a) Estudio de demanda

Uno de los beneficios más comunes al realizar un proyecto es un incremento en el consumo, por lo que se debe estimar en qué magnitud se presentará ese beneficio; para ello se requiere tener una correcta estimación de la demanda.

b) Estudio de oferta

Se debe identificar cuántas empresas de las que existen en el mercado ofrecen el mismo bien o servicio que va a producir el proyecto que se está evaluando y a qué precios están dispuestas a ofrecerlo. Esta información es importante en proyectos como los de generación de energía eléctrica, en cuyo mercado ya participan empresas privadas.

Para la situación con proyecto se debe realizar una descripción de las características del proyecto, que generalmente son físicas, las cuales favorecen para conocer lo que se quiere construir o realizar. Estas descripciones son físicas y operativas.

2.4.3. Medición del proyecto

El proceso de medición de los costos y beneficios identificados requiere de unidades de medida o normas.

Al comparar las situaciones con y sin proyecto se identifican los efectos atribuibles a éste. Los costos representan la utilización de recursos que en la situación sin proyecto no se hubieran usado o se hubieran utilizado en otras alternativas, pero que se deben gastar en la situación con proyecto⁴³. Los beneficios representan los bienes o servicios que no se hubieran consumido en la situación sin proyecto, pero que sí se consumen en la situación con proyecto. También se identifican como ahorro de los recursos que se hubieran utilizado para la producción de otro bien o servicio⁴⁴.

La cuantificación consiste en establecer las unidades de medición en las que se convierten los costos y beneficios identificados. *“La cuantificación de costos y beneficios relevantes resulta de estimar los flujos de costos y beneficios de la situación con proyecto en el horizonte de evaluación y restar los de la situación sin proyecto.”*⁴⁵

⁴³ Cfr. CEPEP, op. cit.

⁴⁴ Id.

⁴⁵ Id.

A continuación se presentará la metodología financiera⁴⁶:

Un proyecto utiliza en el periodo t los insumos j en las cantidades Y_{jt} , con un costo unitario de P_{jt} , de modo que el costo total en el periodo t es:

$$(1) \quad C_t = \sum_j Y_{jt} \times P_{jt}$$

A su vez, el proyecto genera beneficios en el periodo t mediante la entrega de X_{it} bienes i que generan un beneficio unitario de P_{it} ; así, el beneficio total en el año t es:

$$(2) \quad B_t = \sum_i X_{it} \times P_{it}$$

Restando (1) de (2) se obtiene el beneficio neto en el periodo t :

$$(3) \quad BN_t = B_t - C_t = \sum_i X_{it} \times P_{it} - \sum_j Y_{jt} \times P_{jt}$$

La evaluación económica del proyecto sumará los BN_t que se estimó generará el proyecto durante su existencia.

Debido a que los beneficios netos se llevan a cabo en distintos periodos de tiempo t , para sumarlos y obtener una medida uniforme del “Valor de todos los beneficios netos” que genera el proyecto, su VBN, cada uno de los valores anuales debe ajustarse por un coeficiente V_t para poder hacerlos comparables.”⁴⁷

El valor de los beneficios netos totales para un proyecto que durará n periodos es:

$$(4) \quad VBN = \sum_t^n BN_t \times V_t$$

Para el Proyecto Eólico de San Cristóbal se compararán los costos (US\$) de generación de electricidad a través de combustibles fósiles y de generación eólica, se conocerá el presupuesto de construcción y ejecución del proyecto.

Adicionalmente se medirá la cantidad de kilovatios hora (kW/h) generados a través de cada uno de los combustibles.

⁴⁶ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 11.

⁴⁷ FONTAINE, op. cit., p 13.

2.4.4. Valoración del proyecto

El último paso de la evaluación del proyecto incluye la valoración de los beneficios y costos del proyecto que previamente fueron identificados y medidos⁴⁸.

2.4.4.1. Proyectos y Valor agregado

Uno de los pilares de la economía manifiesta que *“toda acción que genera beneficios, conlleva también costos”*⁴⁹. Para ello es necesario conocer los costos y beneficios obtenidos asociados al proyecto. Deben calcularse los costos y beneficios privados y de esta manera obtener el beneficio neto privado obtenido por el tomador de decisiones.

Si lo que se requiere conocer es cuánto gana o pierde el país con el proyecto, deben ser considerados los costos y beneficios sociales para así establecer el beneficio social neto de la acción realizada por el privado⁵⁰.

En varias ocasiones, los valores privados pueden ser distintos de los sociales, es decir, precios mentirosos, que pueden presentarse por las razones detalladas a continuación:

- i. *“Cuando no hay precio debido a que cobrar es más caro que no hacerlo.*
- ii. *Impuestos o subsidios distorsionadores en los mercados de productos e insumos.*
- iii. *Poder monopolístico o monopsonístico en los mercados de productos e insumos.*
- iv. *Externalidades en los mercados de insumos y productos.”*⁵¹

2.4.5. El excedente privado: beneficio - costo

2.4.5.1. Costo:

El costo total privado (CTP) de producir puede ser cuantificado al incorporar el costo incurrido en la adquisición de cada insumo, lo cual es equivalente al precio pagado a cada insumo multiplicado por la cantidad utilizada de cada insumo⁵².

$$(5) \quad CTP = AP_1 + BP_2 + CP_3 + \dots + ZP_n + cK$$

Donde P_1 a P_n es el precio de cada insumo empleado en la producción del bien. El monto de “c” dependerá del tipo de interés y de la vida útil del bien de capital K .

⁴⁸ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 11.

⁴⁹ FONTAINE, op. cit., p 13.

⁵⁰ Cfr. FONTAINE, op. cit., pp 13 y 14.

⁵¹ FONTAINE, op. cit., p 14.

⁵² Cfr. FONTAINE, op. cit., p 16.

2.4.5.2. Beneficio:

El beneficio para el país proviene del hecho de consumir el bien producido es puro beneficio. Los consumidores deben enfrentarse a un costo de oportunidad, es decir, deben dejar de consumir un bien para poder adquirir otro ya que su poder de compra es limitado. Si el interesado decide emplear una porción de su ingreso en el bien, se asume que realiza esta acción toda vez le conviene hacerlo. De esta manera, el beneficio social de consumir el producto equivale al valor de las ventas del mismo⁵³.

$$(6) \quad BTP = P \times P_p$$

Donde BTP es el beneficio total privado, P es el precio del bien multiplicado por la cantidad vendida del producto.

2.4.5.3. Excedente:

La ejecución del proyecto debería estar orientada a que el costo de producir el bien sea menor al precio de venta, de modo que exista un excedente con el fin de obtener ganancias o recursos necesarios para reinversión, pago de obligaciones de crédito, etc.

$$\sum P_{ins} \times Q_{ins} < P_p \times P$$
$$CTP < BTP$$
$$(7) \quad (PTP - CTP) = \text{Excedente privado}$$

“Si los precios reflejan los verdaderos costos y beneficios de utilizar insumos y de consumir productos, el excedente privado será también el excedente social.”⁵⁴

Si el costo es inferior al beneficio, el excedente económico será positivo y con ello aumentará la riqueza del productor y del país, si los precios son verdaderos⁵⁵.

2.4.6. Necesidades básicas

Existen sectores y actividades económicas en las cuales los precios son mentirosos pues, de presentar los precios reales, no existirían productores o consumidores para satisfacer ciertas necesidades básicas de la población. Por esta razón el gobierno responsable debe asegurarse de que los servicios sean entregados al menor costo a la población pobre y de esta manera se generará un excedente social positivo. *“Esto no implica que el Estado debe ser el encargado de entregar estos servicios, su*

⁵³ Ibid., p 16.

⁵⁴ FONTAINE, op.cit., p 17.

⁵⁵ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 17.

responsabilidad es entregarles a los más pobres el dinero para que sean ellos quienes lo gasten en estos servicios”⁵⁶.

2.4.7. Depreciación de la maquinaria

La vida útil de la maquinaria determina el número de años que se incluirán en el cálculo del valor actual de los beneficios netos de un proyecto o equipo. *“Puede definirse la vida útil n como el año en que es razonable presumir que el valor actual de los beneficios netos esperados del equipo a partir del año $(n+1)$ será menor que su valor de desecho (R) .”*⁵⁷

La producción de un bien o servicio genera desgaste en la maquinaria con la que es realizado. Por ello dentro del precio del bien se debe incluir su valor de recuperación. El proceso de elaboración del producto requiere un gasto anual adicional al inicio de cada periodo, para que en el año en el cual se alcance la vida útil de la maquinaria, se cuente con los recursos necesarios o que hagan factible la adquisición de una nueva máquina. Para ello se deberá comparar nuevamente la situación *“con y sin proyecto”*⁵⁸

Para conocer el valor que tendré invertido debo tomar en cuenta la tasa de interés r . Si la inversión al final del primer año se le suma los gastos del comienzo del segundo y se lo multiplica por $(1+r)$, se obtendrá la inversión al final del segundo año. Para n periodos, se obtiene que la inversión al final del periodo n , cuando los gastos C_i se realizan al inicio de cada año i , partiendo del comienzo del año número uno será de la siguiente manera⁵⁹:

$$(8) \quad VC_n = \sum_{i=1}^n C_i(1+r)^{n-i+1}$$

Para el caso en el que los gastos se efectúen al final de cada periodo, considerando como primero al final del periodo cero y el último al final del periodo $(1-n)$, la inversión al final del periodo n será⁶⁰:

$$(9) \quad VC_n = \sum_{i=0}^n C_i(1+r)^{n-i}$$

Ahora debe incluirse el valor de la recuperación de la maquinaria ($R>0$) o los gastos de desmantelamiento ($R<0$) que serán redituados al final del año n :

⁵⁶ FONTAINE, op. cit., p 27.

⁵⁷ Id.

⁵⁸ Ibid., p.56.

⁵⁹ Cfr. FONTAINE, op.cit., p 58.

⁶⁰ Ibid., p 59.

$$(10) \quad VC_n = \sum_{i=0}^n C_i(1+r)^{n-i} - R$$

Siendo P_v el precio al cual se comercializa la producción final del periodo n , el incremento en la riqueza del productor al final del horizonte de evaluación será:

$$(11) \quad VKBN_n = P_v - (4)$$

2.4.8. Criterios para la decisión de Inversiones

2.4.8.1. Valor actual de un flujo de fondos

El valor actual neto (VAN), también conocido como valor presente neto, pretende cuantificar en cuanto se enriquecerá quien realiza un proyecto, medido en términos de riqueza actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$(12) \quad VAN = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i}$$

Donde:

B_i = Beneficios del proyecto en el año i

C_i = Costos del proyecto en el año i

r = Tasa de descuento

Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

La inversión es rentable solo si la cantidad de dinero que se debe aportar hoy para enfrentar los gastos de la inversión es menor que la cantidad de dinero que debo tener hoy para obtener un flujo de ingresos comparable al que generará el proyecto evaluado. *“La inversión es deseable solo si el valor actual de los beneficios netos es mayor que cero”*⁶¹: *“La inversión será rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios netos que genera es positivo, descontando los flujos a la tasa de interés pertinente para el inversionista.”*⁶²

⁶¹ FONTAINE, op. cit., p 95.

⁶² Id.

2.4.8.2. La tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un indicador financiero que se emplea en la evaluación de proyectos para considerar su factibilidad y determinar si un proyecto de inversión es o no rentable. Para obtenerlo, se calcula el valor actual neto de la inversión y su posible recuperación en el largo plazo, con diferentes alternativas de tasa de interés⁶³.

“La tasa interna de retorno, TIR, es aquella tasa de descuento que aplicada al flujo de beneficios netos hace que el beneficio al año cero sea exactamente igual a 0.”⁶⁴

Empleando la fórmula de VAN empleada anteriormente, la TIR corresponderá a aquella tasa r tal que:

$$(13) \quad 0 = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i}$$

Para la determinación de esta tasa se sigue un proceso iterativo, probando con distintos valores de " r " hasta encontrar el correspondiente a la TIR.

Es conveniente realizar la inversión cuando la tasa de interés es menor a la tasa interna de retorno, es decir, cuando el uso del capital en inversiones alternativas tiene un menor rendimiento que el capital invertido en el proyecto analizado.

2.4.8.3. Costo Anual Equivalente

El cálculo de los costos es similar al de la metodología costo-beneficio. Para determinar cuál de las alternativas técnicas es la más conveniente si su vida útil es distinta, se calcula el costo anual equivalente (CAE). Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al VAC de los costos del proyecto. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula⁶⁵:

$$(14) \quad \text{CAE} = \text{VAC} + \text{FRC}$$

donde: CAE = costo anual equivalente

⁶³ Cfr. MORA, Armando, Matemáticas Financieras, Alfaomega, México, 2006, p239.

⁶⁴ FONTAINE, op. cit., p 100.

⁶⁵ Cfr. NAVARRO, Hugo, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, *El uso de indicadores socioeconómicos en la formulación y evaluación de proyectos sociales*, CEPAL, Chile, 2001, N°15, p.19.

VAC = valor actual de los costos del proyecto

FRC = factor de recuperación del capital

2.5. Fundamentos para la Evaluación Social de Proyectos

2.5.1. Pasos de la evaluación social de proyectos

Para la evaluación social de proyectos, es determinante una adecuada identificación y definición del problema, del cual se buscará, a través del proyecto, encontrar las posibles soluciones. Para ello se aplicarán dos técnicas básicas tales como elaborar el árbol de problemas, que contenga los efectos y las causas del o de los inconvenientes identificados. Finalmente se realiza un árbol de medios y fines para visualizar las alternativas a realizar.

2.5.1.1. Definición del Problema:

a) *La técnica del árbol de problemas*

El árbol de problemas es una técnica que se emplea para identificar una situación negativa (problema central), la cual se intenta solucionar mediante la intervención del proyecto utilizando una relación de tipo causa-efecto.

Es importante recordar que un problema no es la “ausencia de una solución” sino es el problema focal en sí mismo.

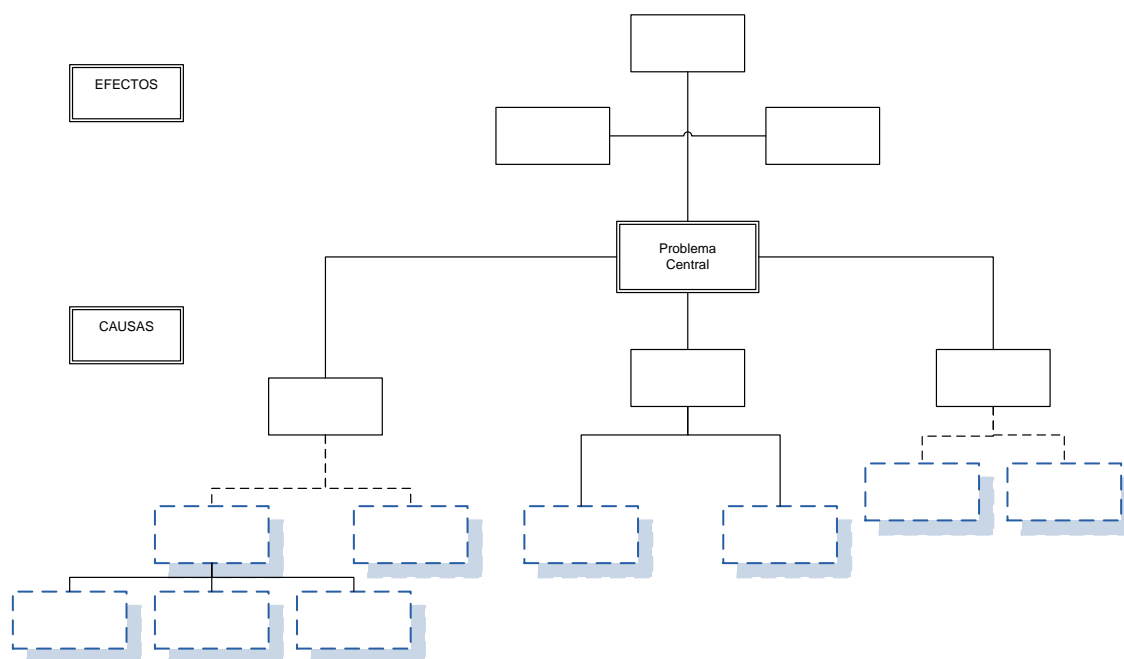
i. Árbol de Efectos

La representación gráfica ascendente de las consecuencias de un problema se conoce como "árbol de efectos". En un primer nivel se colocan los efectos directos del problema y se conectan a las manifestaciones externas de éste. En un segundo nivel se colocan las consecuencias actuales o potenciales, derivadas de los efectos directos. El último nivel de efectos que se identificará es el nivel máximo o institucional.

ii. Árbol de causas

De manera similar, se construye un encadenamiento de causas que generan el problema. Es conveniente aclarar que probablemente el problema provenga de una o varias raíces del árbol.

GRÁFICO 9: FORMATO DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS



Elaboración y Fuente: propia

b) Árbol de medios y fines

En base del árbol causa y efectos, se construye el árbol de medios y fines de una manera opuesta y positiva, obteniéndose a partir de ello los objetivos del proyecto, entonces se visualizarán los objetivos de las iniciativas a realizar.

2.5.2. Tipos de análisis de evaluación

La evaluación de los proyectos puede hacerse con base en dos tipos de análisis: costo- beneficio y costo-eficiencia. El primero compara los beneficios con los costos de un proyecto, y el segundo analiza los costos de distintas alternativas factibles para lograr un mismo objetivo, a fin de elegir la opción menos costosa. Para este análisis se empleará el análisis costo – beneficio que consiste en identificar, medir y valorar los costos y los beneficios ocasionados por un proyecto.

2.5.3. Evaluación Privada vs. Evaluación Social

La evaluación de proyectos consiste en comparar los costos con los beneficios que se generarán y de esta manera, poder decidir la factibilidad de realizarlos. La evaluación privada supone que el dinero representa el único interés del inversionista privado. Como se determinó anteriormente, el VAN de los beneficios privados mide el aumento en la riqueza del dueño del proyecto como consecuencia de ejecutarlo⁶⁶.

⁶⁶Cfr. FONTAINE, op. cit., p 349.

La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para el país. Busca identificar el efecto que la ejecución del proyecto tendrá sobre el bienestar de la comunidad. La evaluación social se limita a considerar solamente el efecto que el proyecto tiene sobre el monto y la distribución del ingreso nacional a lo largo del tiempo versus lo que hubiera sucedido con éste si no se ejecuta el proyecto⁶⁷.

La evaluación social o socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad, de manera de determinar su verdadera contribución de ellos al incremento de la riqueza del país. *“Es así como un proyecto de inversión será socialmente rentable en la medida que el bienestar económico alcanzado con el proyecto sea mayor al bienestar que el país como un todo habría alcanzado sin el proyecto. Es decir cuando el VPN social sea positivo.”*⁶⁸

El VAN Social se define como la suma de los efectos directos y los indirectos (externalidades) del proyecto y el efecto intangible que genera, actualizados a la tasa social de descuento.

$$(15) \quad VAN_{social} = \frac{\sum BP_{precios\ sociales} + \sum Externalidades + \sum Intangibles}{(1 + r)^n}$$

Sin embargo, dada la dificultad de valorar comparablemente los beneficios netos intangibles éstos no se consideran en el cálculo del VAN social.

2.5.4. Evaluación Socioeconómica de proyectos

La evaluación socioeconómica de proyectos pretende medir el impacto que la ejecución del proyecto tiene sobre la disponibilidad total de bienes y servicios en un país⁶⁹.

2.5.4.1. Evaluación Económica privada

La evaluación privada requiere proyecciones de cantidades y de flujos periódicos para cada uno de los insumos utilizados y bienes y servicios entregados por el proyecto. Con esta información es posible conocer para cada año “t” un beneficio generado⁷⁰:

⁶⁷ Ibid., p 350.

⁶⁸ CONTRERAS, Eduardo, *Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica*, CEPAL, Chile, 2004, Nº 37, p.13

⁶⁹ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 569.

⁷⁰ Ibid., p 570.

$$(16) \quad BN_t = \left(\sum_i X_i P_i - \sum_j Y_j P_j \right)_t$$

Donde X_i es la cantidad producida del bien o servicio “i”, P_i es el precio que recibe el proyecto por su venta. Y_j es la cantidad de insumo “j” y P_j es el precio pagado por su compra. Para considerar el costo del capital invertido se debe calcular el Valor Actual de los Beneficios Privados Netos del proyecto⁷¹:

$$(17) \quad VABPN = \sum_t \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Donde r es la tasa de descuento anual pertinente para el inversionista privado. La decisión favorable para la realización del proyecto se determina si el VABPN es mayor que cero, indicando que la rentabilidad generada por el proyecto es mayor que la alternativa que rinde r.

2.5.4.2. Costo Anual Equivalente

El cálculo de los costos es similar al de la metodología costo-beneficio. Para determinar cuál de las alternativas técnicas es la más conveniente si su vida útil es distinta, se calcula el costo anual equivalente (CAE). Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al VAC de los costos del proyecto. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$(18) \quad CAE = VAC + FRC$$

donde: CAE = costo anual equivalente

VAC = valor actual de los costos del proyecto

FRC = factor de recuperación del capital

2.5.4.2.1. Costos y beneficios socioeconómicos directos

Los costos y beneficios directos corresponden al verdadero valor que tiene para el país recibir las cantidades de bienes y servicios producidos por el proyecto y el verdadero costo que para el país representa emplear las cantidades de los insumos en el proyecto. El verdadero valor económico unitario está determinado por los precios

⁷¹ Ibid., p 571.

sociales o de eficiencia. Denominado P_i^* y P_j^* , los precios sociales de los productos e insumos se obtiene el beneficio socioeconómico neto directo en un año t ⁷²:

$$(19) \quad \sum BSND_t = \left(\sum_i X_i P_i^* - \sum_j Y_j P_j^* \right)_t$$

Llamando r^* a la tasa socioeconómica de descuento, se obtiene el valor actual de los beneficios socioeconómicos netos directos:

$$(20) \quad VABSND = \sum_t \frac{[(X)_i P_i^* - Y_j P_j^*]_t}{(1+r^*)^t} = \sum_t \frac{BSND_t}{(1+r^*)^t}$$

2.5.4.3. Costos y beneficios socioeconómicos indirectos.

Los beneficios y costos socioeconómicos indirectos se generan toda vez que el proyecto afecta también a los mercados de bienes y servicios no considerados en la determinación de los precios económicos de X_i o Y_j . Llamando B_h^* al beneficio neto en la producción del bien Z_h – siendo B_h^* el monto en el que el beneficio social excede el costo social de disponer unidades adicionales de Z_h – y ΔZ_h el cambio inducido en la producción o consumo del bien o servicio Z_h . Los beneficios socioeconómicos están determinados por⁷³:

$$(21) \quad BSNI_t = \left(\sum [\Delta Z_h B_h^*]_t \right)$$

2.5.5. Beneficios y costos indirectos: Externalidades medibles y valorables

Las externalidades consisten en producir o utilizar una determinada cantidad de un producto W_k cuyo valor para la sociedad es P_k^* . Las externalidades pueden generar beneficios o perjuicios a la sociedad. El beneficio social implícito en las externalidades puede escribirse de la siguiente manera⁷⁴:

$$(22) \quad BSE_{t=1} = [\sum W_k \times P_k^*]_t$$

⁷²Id., p 571.

⁷³Ibid., p 572.

⁷⁴Ibid., p 583.

2.6. Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental

El primer elemento que define cómo ha de ser la estructura general de un estudio de impacto ambiental (EIA) es el objetivo de dicha EIA.

Los **objetivos** fundamentales de este tipo de estudios deben ser:

- Describir y analizar el proyecto (tanto en sus contenidos como en su objetivo), Definir y valorar el medio sobre el que va a tener efectos el proyecto.
- Prever los efectos ambientales generados y evaluarlos.
- Determinar medidas minimizadoras, correctoras y compensatorias

A continuación se presentarán tres métodos de Evaluación de Impacto ambiental:

2.6.1. Encadenamiento de Efectos

El método de encadenamiento de efectos, realizado por Sorensen en 1971, introduce una secuencia de causa y efecto calificando al impacto como primario, secundario o intermedios y terminales; y sus interacciones, las cuales se visualizan por medio de gráficas o diagramas. Las obras de los proyectos están compuestas por fases de construcción, operación y mantenimiento, y estas a la vez por un conjunto de actividades⁷⁵.

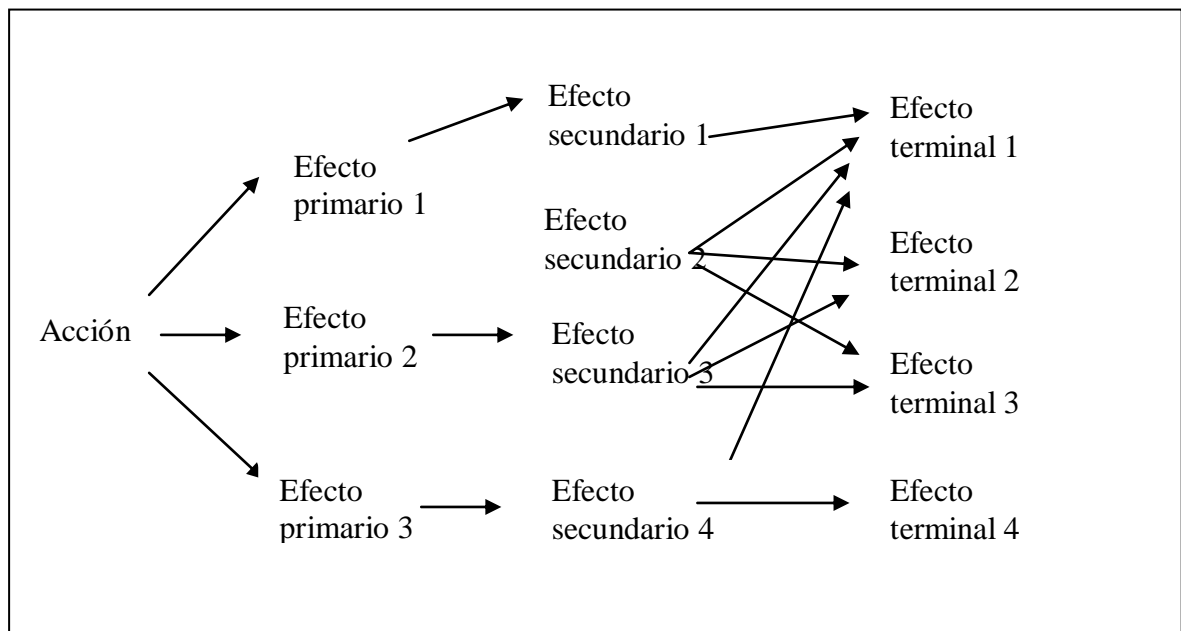
Cada acción de un proyecto genera más de un impacto a la vez, provocando una cadena de impactos. Las acciones representan los procedimientos esenciales para la ejecución del proyecto que generarán un desencadenamiento de efectos⁷⁶.

Para la identificación de las acciones causantes de efectos, se debe dividir el proyecto en fases, actividades, acciones y efectos en forma de árbol, de tal manera que represente la división sucesiva de sus elementos en varios niveles. A continuación se presenta gráficamente un árbol de efectos.

⁷⁵ Cfr. Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental, miércoles, 09 de diciembre de 2009, 20:30, <http://www.google.com.ec/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=2&ved=0CAoQFjAB&url=http%3A%2F%2Ftarwi.lamolina.edu.pe%2F~tvelasquez%2FSEMANA%25205.doc&rct=j&q=metodo+de+leopold&ei=13wgS5mREJSWtgfU2ZzXBw&usg=AFQjCNHG5zS4yP52qzBjTtekEz5wKqxRpw>

⁷⁶ Id.

GRÁFICO 10: FORMATO DEL MÉTODO DE ENCADENAMIENTO DE EFECTOS



Elaboración y fuente: Propia

“En encadenamiento de efectos ayuda a un análisis más integrado de los impactos ambientales, mientras que las matrices y listas de verificación limitan la apreciación... Su desventaja reside en que no resalta la importancia relativa de los impactos identificados, por lo cual son utilizadas para complementar el análisis efectuados por otros métodos.”⁷⁷

2.6.2. Matriz de Leopold

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y representado por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas.

El procedimiento de elaboración e identificación es el siguiente:

1. Se elabora un cuadro (fila), donde aparecen las acciones del proyecto.
2. Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales.
3. Construir la matriz con las acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas).
4. Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.

⁷⁷ Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental, op.cit.

5. Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, para lo cual se realiza lo siguiente:

- Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse un impacto
- En la esquina superior izquierda de cada celda, se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.

TABLA 9: EJEMPLO DE MATRIZ DE LEOPOLD

M E D I O	C O M P O N E N T E	P A R A M E T R O S	ESTABLECIMIENTO PLANTACIONES						MANEJO		INVESTIGACION				CAMINOS		INDUST		AGROPECUARIO						
			Plantones		Plantaciones		Prot Forest		Aprov		Mejoram Genetico		Silvicult		Construcción		Aserrio		Aarícola						
			Elm Cobertura Vegetal	Preparación Mec Suelo	Elm Cobertura Vegetal	Preparación Mec Suelo	Quema Controlada	Aplicación Bresidas	Const tanques/magpiestas	Tala y Aplado	Arrastre	Preparación de Terreno	Aplicación e Biacides	Rejeo	Limpieza de Bosque	Elm Cobertura Vegetal	Preparación Mec Suelo	Movimiento de Tierras	Construcción Vías Secun.	Pavimentación	Descortezado	Aserría	Elm Cobertura Vegetal	Quema Controlada	Movimiento de Tierras
F I S I C O	SUELOS	Tasa de erosión																							
		Estructura																							
		Fertilidad																							
	CLIMA	Microclima																							
	ATMOSFERA	Calidad del Aire																							
	AGUA	Turbidez																							
		Toxicidad																							
PAISAJE	Calidad																								
B I O L O G I C O	FLORA	Estructura y composición																							
		Habitat																							
		Especies en Extinción																							
	FAUNA	Variedad de Especies																							
		Habitat																							
		Especies en Extinción																							
S O C I O E C O N O M I C O	POBLACION	Migración																							
	TERRITORIO	Uso de la Tierra																							
	ECONOMIA	Generación de Empleo																							
	CULTURA	Sitio Arqueológico																							

Elaboración y fuente: Dr. Víctor M. Ponce

Existen distintas metodologías para el tratamiento de las matrices de evaluación de impactos ambientales. Independientemente del método empleado, la evaluación se enfrenta a las siguientes dificultades, propios a la propia naturaleza de los estudios⁷⁸.

- Un EIA es una predicción sobre los efectos de una intervención en el entorno, por lo tanto existe incertidumbre en algunos de los parámetros involucrados⁷⁹.
- El entorno es muy complejo y consecuentemente, no se puede ser descrito mediante un modelo único, obligando a modelar el entorno como un conjunto

⁷⁸ Cfr, MEER y PNUD, *Parque Eólico Santa Cruz-Balra: factibilidad técnica y alternativas*, Quito- Puerto Ayora, octubre 2007, p 105.

⁷⁹ Id.

de factores ambientales que sean relevantes, representativos y fácilmente analizables⁸⁰.

- Aunque cada factor sea susceptible de ser analizado por separado, los factores ambientales son muy diferentes entre sí y por lo tanto, resulta difícil agregar la información parcial de cada factor para obtener un análisis global del entorno⁸¹.

Algunas de las variables involucradas son de tipo cuantitativo, mientras que otras son de tipo cualitativo. Como consecuencia, las metodologías de estudios de impacto ambiental conocidas presentan serias limitaciones; en particular, debido a que están basadas en el uso de índices de evaluación cuantitativos que pretenden traducir criterios ambiguos e imprecisos en números. En este ejercicio de evaluación de los impactos se ha utilizado Técnicas Difusas basadas en los conceptos y métodos de la Lógica Difusa. La capacidad de representación lingüística de estos métodos permite un tratamiento matemático consistente de situaciones donde la ambigüedad y vaguedad de los criterios no pueden ser reducidas. En este caso los conceptos de análisis son representados mediante variables lingüistas del tipo representado en la siguiente figura⁸²:



Elaboración y fuente: Dr. Víctor M. Ponce

Este tipo de variables han sido aplicadas para caracterizar los impactos ambientales bajo diferentes dimensiones y categorías:

- Certidumbre o probabilidad de ocurrencia: puede ser alta, media o baja; magnitud: extensión del impacto⁸³.
- Duración o persistencia del impacto: puede ser temporal con un impacto de corto, mediano o largo plazo; o puede ser permanente, siendo en tal caso el impacto continuo⁸⁴.

⁸⁰ Id.

⁸¹ Id.

⁸² Ibid., p 106.

⁸³ Id.

⁸⁴ Id.

- Signo: el impacto puede ser positivo o negativo; estos últimos cuyos efectos deben ser eliminados o mitigados⁸⁵.
- Reversibilidad: puede ser irreversible o reversible, en este último caso debe tenerse en cuenta el grado de reversibilidad y el tiempo requerido para su mitigación⁸⁶.

2.7. Evaluación del Marco Teórico

El marco teórico antes presentado permite analizar desde los diferentes ámbitos, financieros, sociales y ambientales, los beneficios y costos de la implementación del parque eólico en la Isla San Cristóbal y de la sustitución de combustibles fósiles por energía renovable que no atente contra la flora y fauna endémica existente en las Islas Galápagos. Adicionalmente se podrá identificar las externalidades de este proyecto. Cabe recalcar que los resultados de la generación de electricidad del parque eólico dependen directamente de la velocidad del viento existente en la zona alta del cerro El Tropezón, donde se encuentran situadas las torres generadoras. Es importante señalar que el lugar en el que se ha situado el parque eólico es el segundo con mayores precipitaciones de viento, ya que el de mayor viento, Cerro San Joaquín, no pudo ser empleado para el proyecto ya que las torres se encontrarían situadas en la trayectoria de los petreles, aves endémicas en peligro de extinción. Sin embargo, de conformidad con los estudios elaborados por NREL, el lugar escogido para la ejecución del proyecto, cuenta con las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento.

Para realizar un análisis de la sustitución de energía se debe conocer primero la demanda y oferta existentes en la Isla San Cristóbal y su evolución histórica. Adicionalmente es necesario conocer la situación demográfica de las Islas y de la población flotante, toda vez que el principal ingreso de la población es el turismo receptivo.

A continuación se procederá a emplear las herramientas teóricas con los resultados operacionales obtenidos por la operación del proyecto desde el mes de octubre de 2007 hasta el 31 de diciembre de 2009.

Finalmente, el marco teórico empleado facilitará la determinación de la veracidad de las hipótesis establecidas para esta investigación y de la contribución del proyecto para el desarrollo de la población que habita la Isla San Cristóbal y el

⁸⁵ Id.

⁸⁶ Id.

beneficio para el planeta gracias a la reducción de la contaminación ambiental generada a través de gases de efecto invernadero y derrames de combustible en el océano.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL

3.1. RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.1.1. Antecedentes

El Proyecto Eólico San Cristóbal tiene como objetivo principal reemplazar el sistema de generación de energía basado en la combustión de diesel, por un sistema de fuente limpia. El proyecto se desarrolla dentro del marco del convenio de colaboración suscrito entre el Gobierno de la República del Ecuador y el Fondo e8 para el desarrollo Sustentable de la Energía (e8) para re-electrificar la Isla San Cristóbal con un sistema de generación eólico, como parte del programa global de re-electrificación de las Islas Galápagos con energía renovable, el cual es liderado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, con el auspicio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El Proyecto forma parte del “Programa de Energía Renovable” incluido en el “Plan Regional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de Galápagos” aprobado por el Consejo del INGALA.

La ejecución del proyecto se financió en su mayoría mediante donaciones de fondos de las compañías e8 y con aportaciones adicionales de la Fundación de las Naciones Unidas (UNF), de donaciones voluntarias de impuesto a la renta y con recursos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM) por intermedio de la Empresa Eléctrica Galápagos, Elecgalápagos S.A.

Para canalizar las aportaciones se creó el Fideicomiso Mercantil Proyecto Eólico San Cristóbal, el cual tiene como Constituyentes a las compañías “e8” y como Beneficiario a Elecgalápagos S.A.

Debido a la legislación del Sector Eléctrico se creó la Compañía Eólica San Cristóbal S.A., EOLICSA, quien es la compañía operadora del Proyecto y como tal ha recibido los permisos y licencias para su funcionamiento, entre las cuales se encuentra la Licencia Ambiental del Ministerio del Ambiente mediante Resolución No. 019 de 14 de marzo de 2006, Permiso de Construcción de la Municipalidad de San Cristóbal No. 020-GMSC-00.S.S.PP-2006 con fecha 04 de mayo de 2006 y Contrato de Permiso de Generación suscrito con el CONELEC suscrito el 08 de mayo de 2006.

Con fecha 12 de julio de 2006 la Junta General de Accionista de EOLICSA autorizó a la Gerencia General para que obtenga la calificación del Proyecto Eólico

San Cristóbal como un Proyecto de “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (MDL) y para que negocie los Certificados de Reducción de Emisiones (CERs). Adicionalmente se resolvió que la gestión de aprobación se contará con el soporte y asistencia de la firma RWE de Alemania (miembro del grupo e8) y que la comercialización de los CERs se realice también con la intermediación de RWE. Los valores recaudados serán transferidos a EOLICSA.

El 13 de mayo de 2008, el Proyecto fue calificado como MDL por el Marco de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). En agosto de 2009 se suscribió el Contrato de Compraventa de Certificados de Emisiones (ERPA: Emissions Reductions Purchase Agreement).

3.1.2. Datos técnicos generales

El Proyecto Eólico San Cristóbal está compuesto de los siguientes elementos:

- i. El Parque Eólico se encuentra ubicado en el Cerro El Tropezón, constituido por tres aerogeneradores de 800 kW cada uno, los cuales permiten una potencia total instalada de 2400 kW.
- ii. La Línea de Transmisión de 13.2 kV transporta la energía desde el parque eólico hasta la subestación de la central de generación a diesel e Elecgalápagos S.A., lugar donde se distribuye la energía a los usuarios de la Isla San Cristóbal.
- iii. La Automatización de grupos a diesel forma parte del Proyecto Eólico, en el cual se automatizaron los tres grupos a diesel de 650 kW de la central de Elecgalápagos S.A. De esta manera se estructuró un sistema híbrido de generación eólico-diesel, toda vez que por requerimientos técnicos es necesario mantener como mínimo una unidad a diesel operando al 25% de su capacidad nominal.
- iv. Adicionalmente existen dos sistemas fotovoltaicos que están interconectados a la red de distribución de Elecgalápagos S.A., que juntos generan 7.6 kW.

3.1.3. Resultados de operación

3.1.3.1. Recurso eólico

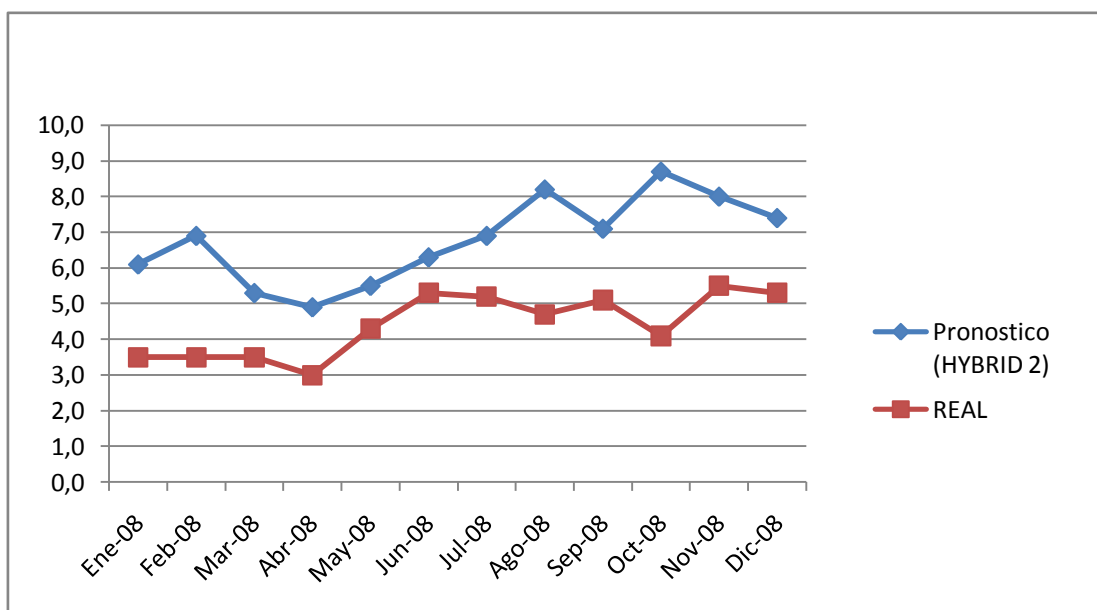
La cantidad de energía producida en cada mes depende de la disponibilidad de viento y su distribución a lo largo del día, así como de la coincidencia de la demanda con dicha disponibilidad.

La producción de energía del parque eólico San Cristóbal durante el año 2008 se ha visto limitada a causa de la escasa presencia de viento en la zona del cerro El Tropezón, por lo cual las velocidades de viento en el periodo antes señalado, han sido inferiores a los valores que se pronosticaron sobre la base de los registros históricos y que fueron utilizados como referencia para los estudios del sistema ejecutados con el software “Hybrid2” del National Renewable Energy Laboratory – USA (NREL).

Como se puede observar en el gráfico 11, el mes de abril de 2008 fue el mes en el cual hubo la menor generación de viento del año 2008, llegando a un nivel de 3,0 m/s, mientras que el valor pronosticado era de 4,9 m/s. Sin embargo, el mes con la mayor diferencia entre el viento promedio y el pronosticado fue el mes de octubre de 2008 en el cual el valor pronosticado fue de 8,7 m/s y el real fue de 4,1 m/s.

Es importante señalar que los estudios de factibilidad del proyecto se realizaron en base a pronósticos “Hybrid2”, con los cuales, el éxito del proyecto se basa en la cantidad de viento, por lo que los valores reales de la velocidad del viento inciden directamente en la generación de electricidad. Una mayor velocidad y cantidad de viento favorecen a una producción de energía superior a la pronosticada. De la misma manera, la escasez de viento, por distintos factores naturales, se traduce en una producción de electricidad para la Isla menor a la esperada, disminuyendo el beneficio que se obtendría del proyecto si el viento fuera al menos igual al pronosticado.

GRÁFICO 11: VIENTO PROMEDIO PRONOSTICADO VS REAL m/s (2008)

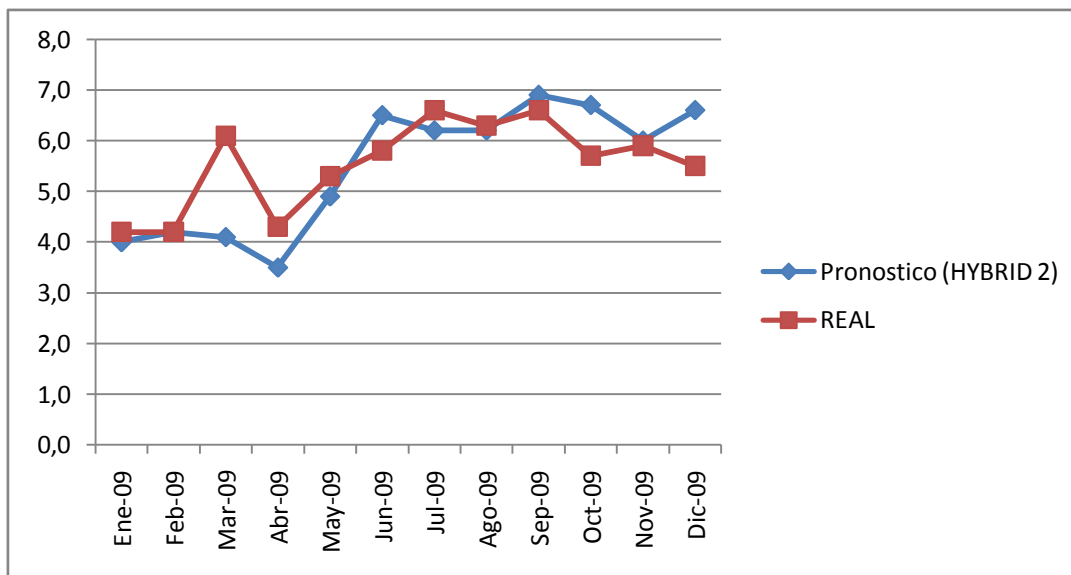


Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

Durante el año 2009, la producción de energía del parque eólico mejoró significativamente toda vez que se presentaron condiciones meteorológicas favorables. El mes de septiembre de 2009 fue el mes con una precipitación de viento superior alcanzando los 6,6 m/s, alcanzando el 96,8% del valor pronosticado.

GRÁFICO 12: VIENTO PROMEDIO PRONOSTICADO VS REAL m/s (2009)



Fuente: EOLICSA
Elaboración: Propia

En los meses de marzo y abril de 2009 la generación de viento real fue notablemente superior a la pronosticada, al alcanzar un porcentaje de 147.3% y 121.1% respectivamente.

TABLA 10: VIENTO PROMEDIO: MESES DE MAYORES Y MENORES PRECIPITACIONES

MES	VIENTO PROMEDIO (m/s)		
	Pronostico (HYBRID 2)	REAL	REAL/PRONOSTICO (%)
Mar-09	4,1	6,1	147,3%
Abr-09	3,5	4,3	121,1%
Sep-09	6,9	6,6	96,8%

Fuente: EOLICSA
Elaboración: Propia

3.1.3.2. Producción de Energía

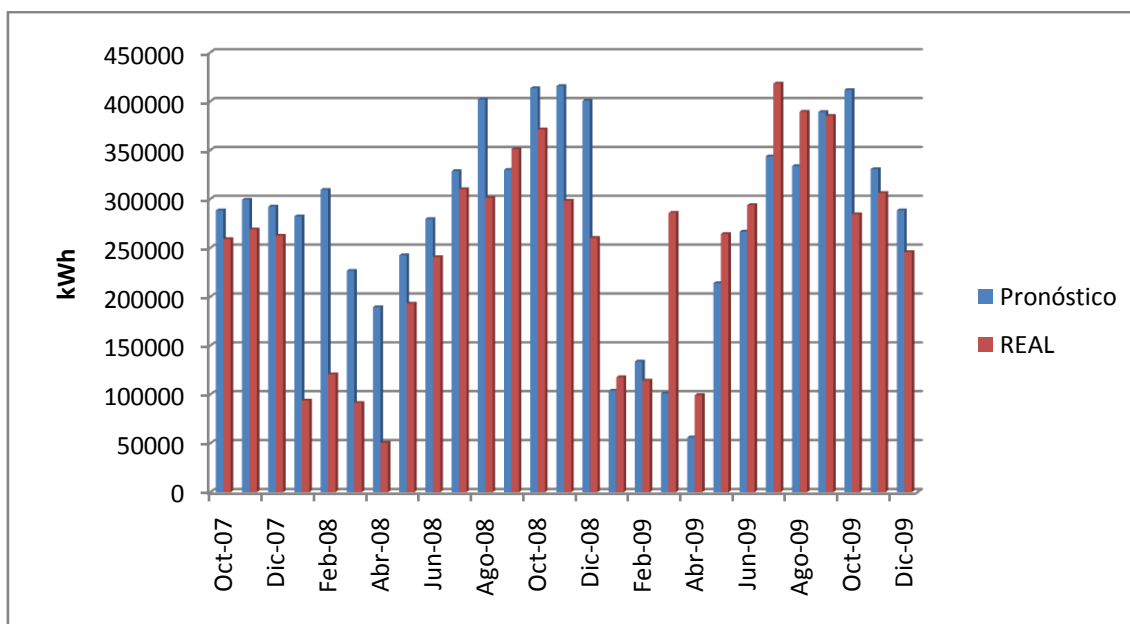
Como se señaló anteriormente, la cantidad de energía producida en cada mes depende de la disponibilidad de viento y su distribución a lo largo del día. Bajo estas condiciones, la producción de energía ha sido inferior a la originalmente pronosticada bajo el sistema Hybrid2, lo cual, ha sido especialmente crítico en el periodo comprendido entre el mes de enero al mes de mayo de 2008, de manera coincidente con la baja presencia de vientos. Sin embargo, a partir del mes de julio de 2008 la producción en valores absolutos se ha recuperado y se observa que en el mes de septiembre de 2008 se logró superar el valor originalmente superado. Durante el primer año de operación, entre el 1ero de octubre de 2007 al 30 de septiembre de 2008, la energía efectivamente producida por el parque eólico llega al 73.3% del valor originalmente previsto.

En resumen, la energía generada para el año 2008 fue el 70,2% del valor previsto. Por otro lado, en el año 2009, la energía producida superó el 8% del valor pronosticado, llegando al 108%.

En el gráfico 13 se puede observar las diferencias presentadas entre la producción real de energía en kWh frente a la energía pronosticada. El mes de abril del año 2008 fue el de menor generación de energía desde la implementación del proyecto toda vez que por la escasa precipitación del viento, solamente se generó 50627 kWh, es decir el 26,7% del valor pronosticado. El mes de septiembre fue el de mayor generación durante el 2008, alcanzando una producción de 351033 kWh, superando en 6,4% al pronóstico.

GRÁFICO 13: PRODUCCIÓN REAL VS. PRODUCCIÓN PRONOSTICADA

(Oct07- Dic09)



Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

Durante el primer trimestre del año 2009, el mes de mayor significancia fue el mes de marzo, en el cual se alcanzó el 282% del valor pronosticado, generando 285870 kWh. El tercer trimestre del año 2009 fue el de mayor importancia desde el inicio de funcionamiento de los aerogeneradores puesto que generaron 418187 kWh en el mes de julio de 2009, 389369 en agosto de 2009 y 385180 en septiembre de 2009.

El Proyecto Eólico San Cristóbal, a través de sus tres torres de aerogeneradores, ha generado desde el 01 de octubre de 2007 al 31 de diciembre de 2009 6.667.296 kWh, alcanzando el 87% del valor pronosticado.

Cabe recalcar que en la Isla San Cristóbal la energía producida en base a diesel ha generado 12.692.710 kWh, por lo que la producción total de energía de la Empresa Eléctrica Galápagos, que fue de 19.370.005 kWh, es decir que la producción de energía renovable representa el 34,50% de la demanda. Estos valores se detallarán posteriormente al analizar el factor de penetración de la energía eólica en la generación de electricidad.

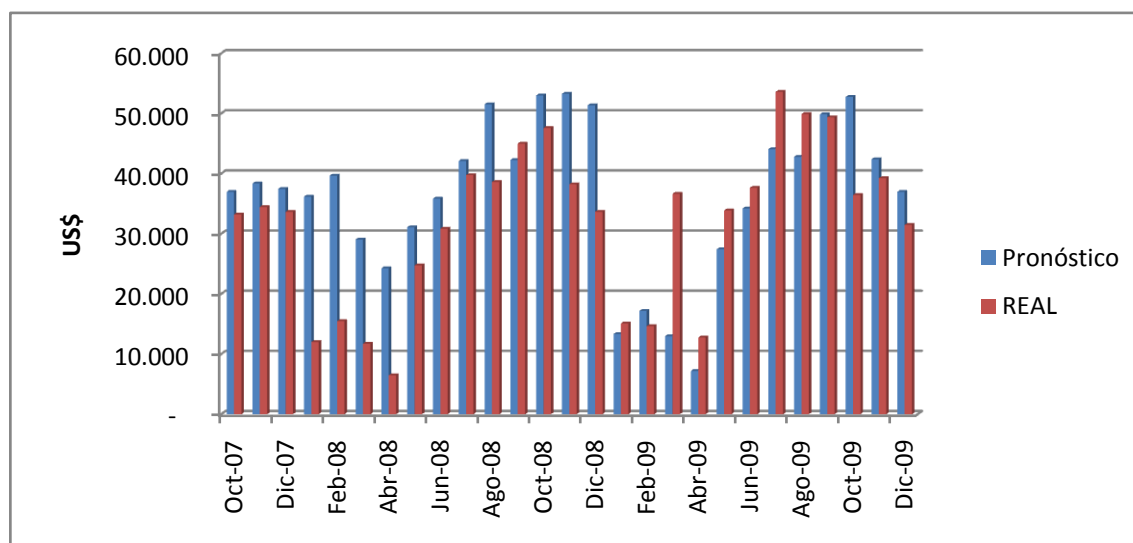
3.1.3.3. Facturación

Los valores de facturación están directamente relacionados con los montos de energía producida toda vez que la totalidad de la producción es entregada a la Empresa Eléctrica de Galápagos, Elecgalápagos S.A. en virtud del contrato de compraventa suscrito entre las partes. En base al contrato antes descrito, se estableció una tarifa de US\$0.1282 por kWh.

Desde el inicio de la generación eólica en la Isla San Cristóbal se ha facturado un total de US\$856.329, que equivale al 87.1% del valor pronosticado.

Al igual que en el porcentaje de generación, el mes de marzo de 2009 superó notablemente el valor pronosticado al lograr una facturación del 282,4%. Nominalmente, en el mes de julio se logró la mayor facturación cuyo monto ascendió a US\$53.612 al generar 418187 kWh.

GRÁFICO 14: FACTURACIÓN REAL VS. PRONOSTICADA



Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

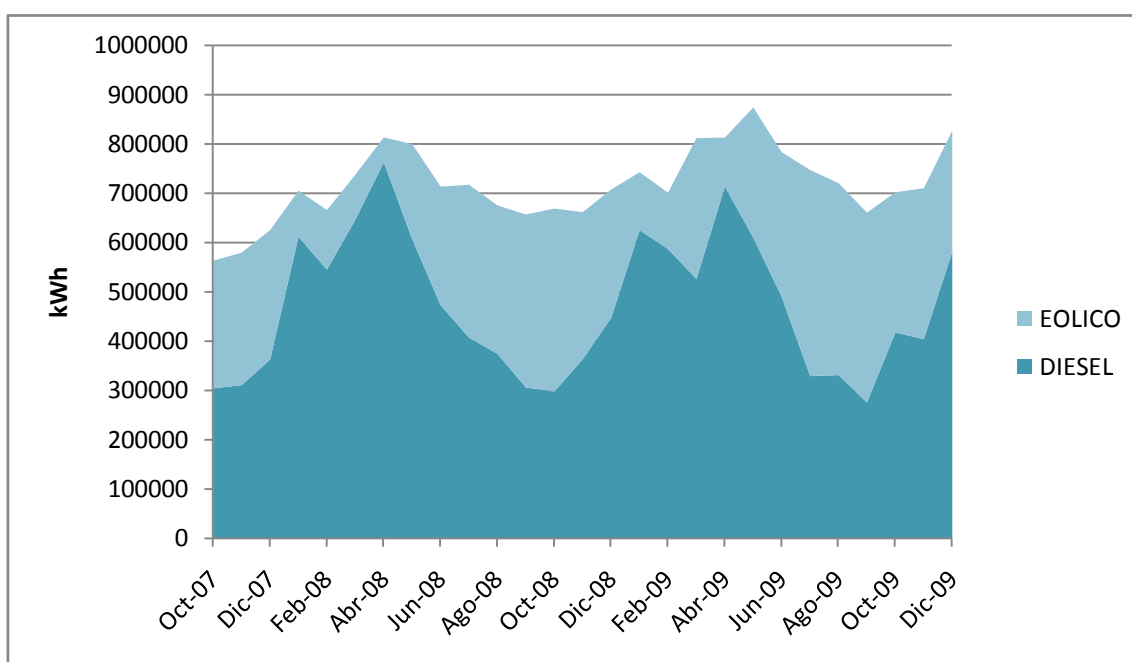
3.1.3.4. Factor de penetración

“El factor de penetración es el porcentaje de energía generada con diesel que en un determinado periodo es reemplazo por la energía generada por una fuente limpia, en este caso por la energía generada por el sistema eólico” ⁸⁷

Durante el año 2008 el consumo total de energía de la Isla San Cristóbal fue de 8517 MWh, de los cuales 5834 MWh, es decir el 68,42%, fueron cubiertos con generación a diesel y 2683 MWh, el 31,58% con generación eólica. De esto se observa que el factor de penetración real, 31,6% resultó afectado por la baja en el monto de generación eólica anual, a causa de los factores climáticos adversos señalados anteriormente.

Durante el año 2009 la generación total de energía con el sistema híbrido eólico – diesel para la Isla fue de 9087 MWh, presentando un crecimiento de la demanda de 6.7% respecto al año 2008, de los cuales 5883 MWh, el 64,7% fueron cubiertos con generación a diesel y 3204 MWh, el 35,3% con generación eólica.

GRÁFICO 15: GENERACIÓN EÓLICA VS DIESEL



Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

⁸⁷ Eólico San Cristóbal S.A., EOLICSA, *Informe de Gerencia General a la Junta General de Accionistas por el Ejercicio Económico Correspondiente al 1 de enero – 31 de diciembre 2008, enero 2009*, p 8, Isla San Cristóbal- Galápagos, Ecuador.

Una vez que se analiza la generación mensual, se puede observar que el mes de menor generación y por ende penetración, fue el mes de abril de 2008, en el cual solamente se produjo 50626 kWh, lo que equivale al 6,2% de la generación de electricidad en dicho mes.

Por otro lado, el mes de septiembre de 2009 fue el de mayor significancia para la generación eólica, al alcanzar 385180 kWh, logrando un factor de penetración de 58,3%.

En los meses de septiembre y octubre 2008, julio, agosto y septiembre de 2009 se superó el objetivo principal del Proyecto, el cual era reemplazar el 50% de la generación a diesel a través de una fuente de generación limpia, como lo es la energía eólica.

TABLA 11: FACTOR DE PENETRACIÓN: PRINCIPALES RESULTADOS

MES	kWh			%		
	DIESEL	EOLICO	TOTAL	DIESEL	EOLICO	
Abr-08	762183	50626	812809	93,8%	6,2%	menor generación
Sep-08	305334	351033	656367	46,5%	53,5%	generación superior al 50%
Oct-08	297080	371344	668424	44,4%	55,6%	generación superior al 50%
Jul-09	328402	418187	746589	44,0%	56,0%	generación superior al 50%
Ago-09	330519	389369	719888	45,9%	54,1%	generación superior al 50%
Sep-09	274987	385180	660167	41,7%	58,3%	mayor generación
Energía Total Producida	12.692.710	6.677.295	19.370.005	65,50%	34,50%	

Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

Si bien el durante toda la ejecución del proyecto, la participación de la energía eólica ha sido del 34,50%, porcentaje que difiere en 15,50 puntos al valor propuesto, es importante recalcar que mientras transcurre el proyecto, la generación eólica ha incrementado paulatinamente su participación, hasta penetrar en el sistema con porcentajes superiores al objetivo del proyecto, como lo fue en el mes de septiembre de 2009.

3.1.3.5. Generación fotovoltaica

Adicionalmente a la energía proveniente del sistema eólico, el Eólico San Cristóbal, cuenta con dos sistemas fotovoltaicos que se encuentran ubicados el primero sobre la sala de control y el segundo en la Escuela P.P. Andrade. La energía generada a través de estos sistemas es entregada sin ningún costo a ElecGalápagos S.A.

Como se puede observar, la generación de los sistemas fotovoltaicos ha generado desde octubre de 2007 a diciembre de 2009 un total de 33700 kWh, los cuales han sido entregados gratuitamente a la Empresa Eléctrica de Galápagos.

TABLA 12: GENERACIÓN FOTOVOLTAICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES

PERIODO	SALA DE CONTROL (kWh)	ESCUELA P.P. ANDRADE (kWh)	TOTAL (kWh)
Oct- Dic 07	1.572	1.208	2.780
Ene- Dic 08	7.600	7.157	14.757
Ene- Dic 09	9.387	6.776	16.163
TOTAL	18.559	15.141	33.700

Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

3.1.3.6. Resumen de generación eólica- diesel: Reducción de CO2

De los resultados operacionales detallados anteriormente se puede afirmar que el Proyecto Eólico, por las condiciones de viento, no ha generado la energía pronosticada, ni ha reemplazado a la energía generada a base de los autos generadores a diesel en el 50%, pues la energía eólica en promedio ha sustituido en 34,5%. Sin embargo no se puede desconocer la importancia de la generación eólica que durante 27 meses ha producido más de seis millones y medio de kWh.

Pese a estos resultados, cada año se ha dejado de emitir a la atmósfera un valor significativo de CO2. Durante los últimos tres meses del año 2007 se evitaron emanar a la atmósfera 632 toneladas de CO2. En el año 2008 se logró una reducción de 2146 toneladas de CO2 y en el año 2009 no se emitieron 2564 toneladas, lo que da un total de 5342 toneladas de CO2 que han sido evitadas.

TABLA 13: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN LA ISLA SAN CRISTÓBAL

AÑO	DIESEL (kWh)	EÓLICA (kWh)	TOTAL	DIESEL (%)	EÓLICA (%)	TON CO2
2007	975.858	790.398	1.766.256	55,3%	44,7%	632
2008	5.834.121	2.682.461	8.516.582	68,5%	31,5%	2146
2009	5.863.476	3.204.436	9.067.912	64,7%	35,3%	2564
TOTAL	12.673.455	6.677.295	19.350.750	65,5%	34,5%	5342

Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

En la actualidad, existen mercados de carbono en los cuales los proyectos amigables con el planeta y su conservación, encuentran mecanismos de financiamiento que apoyan el sostenimiento de los mismos.

En el caso del Parque Eólico San Cristóbal se cuenta con 5.342 toneladas de CO2 que serán negociadas con el objetivo de generar una fuente alterna de recursos para que el proyecto sea sostenible.

Se ha contratado a la empresa RWE para que sea la encargada de la negociación de los bonos de carbono CERs, los cuales serán comercializados cuando el mercado presente mejores condiciones para obtener un mayor precio por los mismos.

3.2. EVALUACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL

3.2.1. Identificación del Proyecto

Tal como se señalaba en el marco teórico, se debe identificar claramente los costos y beneficios atribuibles al proyecto. Para el caso del Proyecto Eólico San Cristóbal la situación sin proyecto equivale a lo que ha sucedido previo a la construcción y ejecución del parque eólico. Esta situación previa se caracteriza por energía generada a través del empleo de combustibles fósiles altamente contaminantes como lo es el diesel 2. Para satisfacer de electricidad a la población insular ha sido necesario transportar desde el Ecuador continental millones de barriles de combustible, poniendo en riesgo la flora y fauna de las Islas Galápagos. En más de una ocasión se han suscitado accidentes que han atentado contra la vida de las Islas. Buques cargados de combustibles contaminantes han encallado cerca de las costas de Galápagos, ocasionando graves derrames que afectan negativamente al entorno de las Islas encantadas.

La optimización de la situación previa al proyecto podría ser una pequeña inversión en la central térmica de Elecgalápagos para disminuir las pérdidas en el proceso de distribución. Sin embargo no se alcanzaría el objetivo principal de sustituir una energía depredadora como lo es el empleo de diesel para la generación de electricidad por energías limpias. Para ello es imprescindible que se lleve a cabo un proyecto en el cual se busque disminuir el consumo de diesel.

Los costos en los que se han incurrido para la ejecución del Proyecto Eólico San Cristóbal incluyen servicios de consultoría medioambiental, protección del ave endémica Petrel, servicio de monitoreo en el campo, adquisición de los equipos aerogeneradores, construcción de las tres torres, construcción de la acometida subterránea, ensamblaje del sistema eléctrico solar, construcción de la línea de transmisión, fiscalización, gerencia de proyecto, consultoría para híbridos y modelos de viento, etc.

3.2.2. Situación del Proyecto

El crecimiento poblacional acelerado y el sin número de derrames en las Islas, han ocasionado que la UNESCO incluya a Galápagos en la lista de Lugares Patrimonio de la Humanidad en peligro. Para reducir el peligro potencial que genera transportar combustibles fósiles al archipiélago, el Ministerio de Electricidad y Energía renovable ha desarrollado programas con los cuales se busca eliminar todas las energías depredadoras.

Como una alternativa a la generación de electricidad, el Proyecto Eólico San Cristóbal tiene como objetivo principal reemplazar el sistema de generación de energía basado en la combustión de diesel, por un sistema de fuente limpia. El proyecto se desarrolla dentro del marco del convenio de colaboración para re-electrificar la Isla San Cristóbal con un sistema de generación eólico, como parte del programa global de re-electrificación de las Islas Galápagos con energía renovable.

Previo a realizar la evaluación del proyecto, se presentará el presupuesto del proyecto y su evolución. Inicialmente el presupuesto para la construcción del parque eólico ascendía a US\$9.839.155,00; sin embargo durante la ejecución de la misma el presupuesto final al 31 de diciembre de 2007 alcanzó los US\$10.497.092,00; presentando un incremento de US\$657.937,00; un 6,69% superior al valor original.

TABLA 14: EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

	MONTO	% VARIACIÓN	
Inicial	\$ 9.839.155,00		
24/04/2007	\$ 10.429.813,00	6,00%	
30/06/2007	\$ 10.449.301,00	0,19%	TOTAL INCREMENTO
31/12/2007	\$ 10.497.092,00	0,46%	\$ 657.937,00

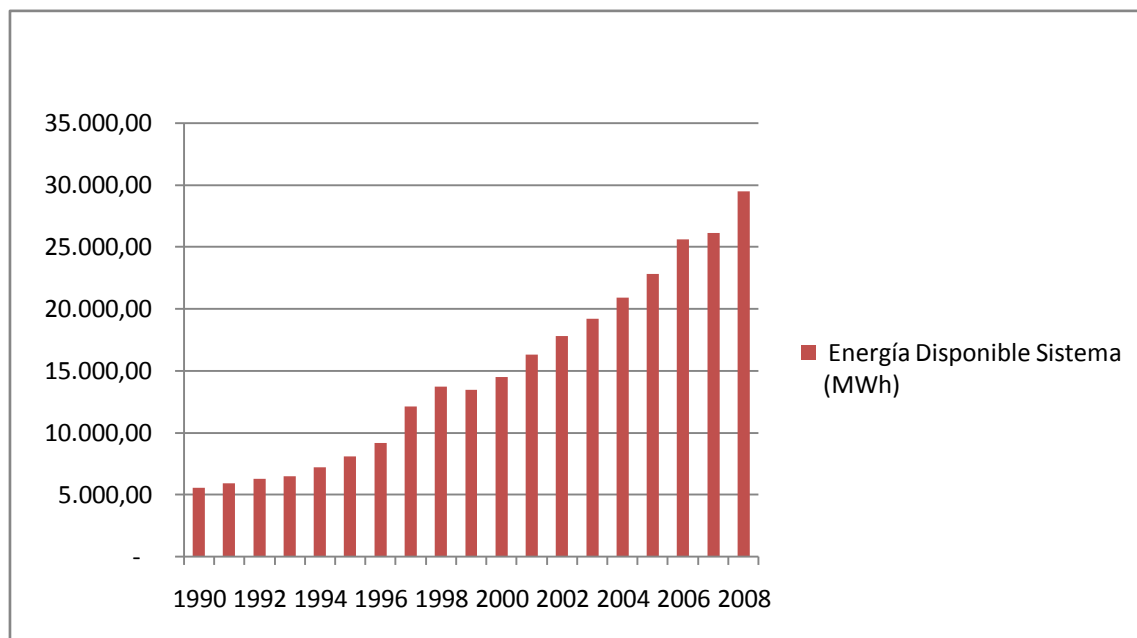
Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

Para proceder con la evaluación del proyecto es necesario contar con un estudio de la demanda y la oferta de energía en la Isla San Cristóbal:

a) Oferta de Energía

Para el año de 1990, la energía disponible de la Empresa Eléctrica de Galápagos se situaba en 5.557,14 MWh, en 1995 la energía útil en el sistema era de 8.052,54 MWh, para el año 2000, la generación de energía mantenía una tendencia creciente considerable cuyo monto superaba los 14.400 MWh. En el año 2005, la Elecgalápagos dispuso de 22.783,46 MWh. Finalmente en el 2008 la energía generada superó los 29.440 MWh.

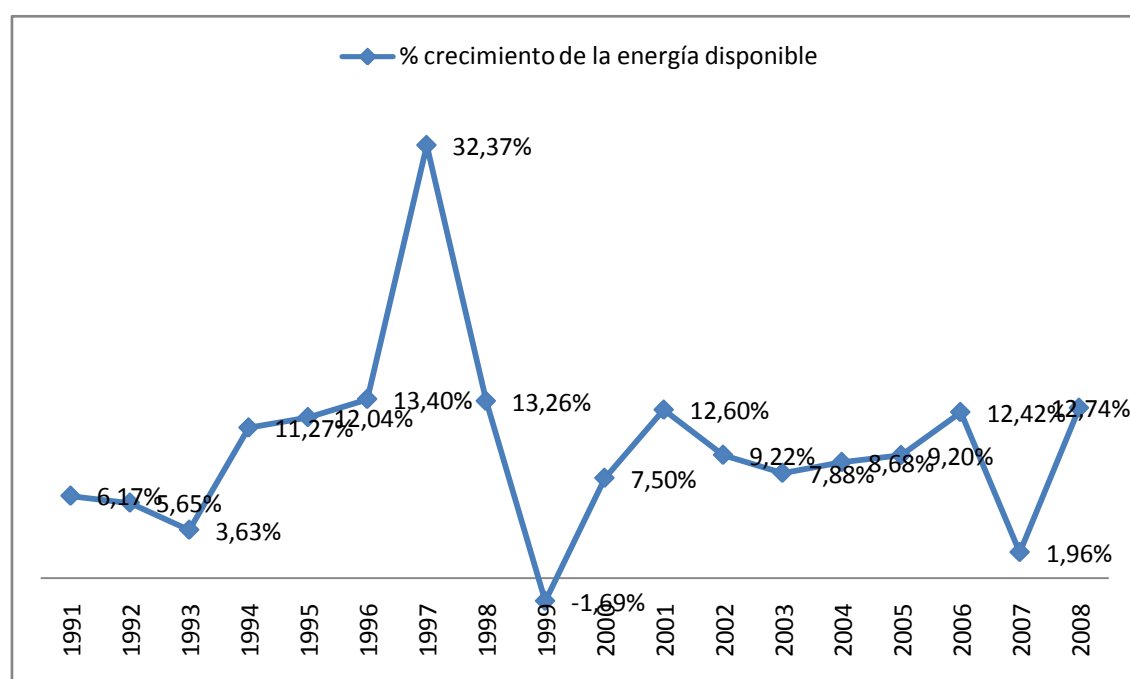
GRÁFICO 16: ENERGÍA DISPONIBLE SISTEMA (MWH)

Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

Desde el año de 1990, la energía disponible de la Empresa Eléctrica de Galápagos ha tenido un crecimiento promedio de 9,91%. Como se puede observar en el gráfico siguiente, el año de 1997 fue el de mayor crecimiento de la energía disponible al alcanzar una variación de 32,37% con respecto al año anterior. Por el contrario, el año de 1999 fue el de mayor decrecimiento toda vez que la energía disponible cayó en 1,69% con respecto a 1998. En el periodo comprendido entre el año 2002 al 2005, la energía disponible tuvo una tasa de crecimiento homogénea de aproximadamente 8,75%, para luego incrementarse en 2006 a 12,24%, disminuir a 1,96% en 2007 y finalmente crecer en 12,74% en el año 2008.

GRÁFICO 17: % CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA DISPONIBLE



Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

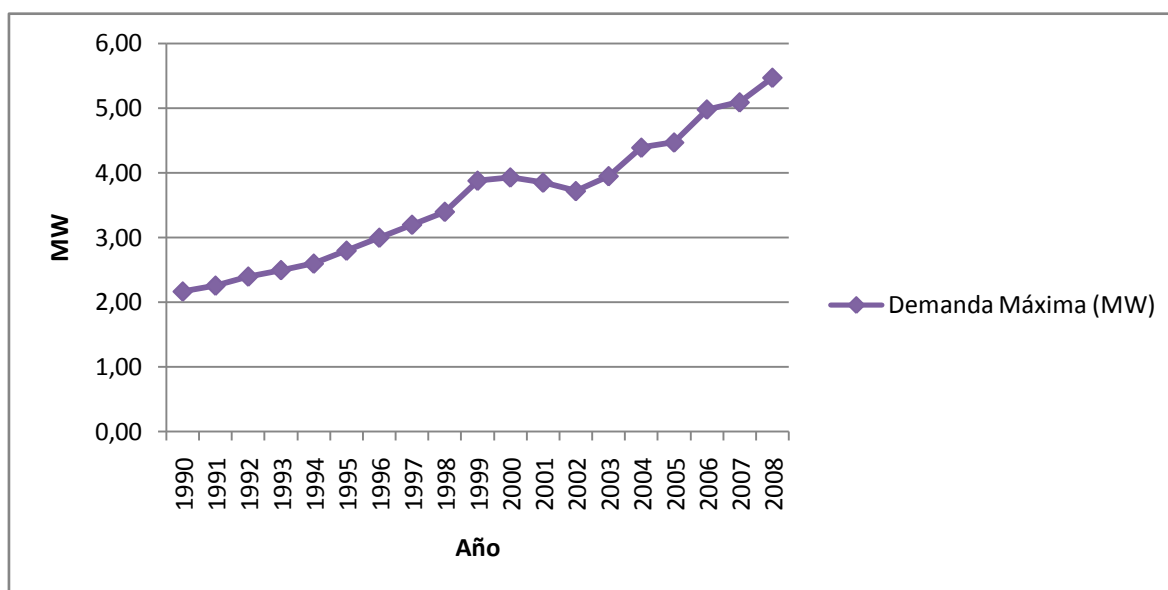
De conformidad con las estadísticas presentadas por el Consejo Nacional de Electricidad, en el año 2009, los costos de la Empresa Eléctrica de Galápagos ascendían a USD\$0,1436 por kWh, los cuales se encontraban divididos en USD\$0,0459 en generación y USD\$0,0977 por distribución⁸⁸.

⁸⁸ Cfr. Consejo Nacional de Electricidad, *Análisis de costos empresas distribuidoras costo del servicio de distribución participación en % del costo del servicio, de la generación, transmisión y distribución*, domingo 22 de agosto de 2010, 21:03, <http://www.conelec.gov.ec/downloads/participacion%20c.servicio%20ene09.htm>,

b) Estudio de demanda

En el año de 1990 la demanda máxima de electricidad de la empresa distribuidora Elecgalápagos era de 2,17 MW. A partir de dicho año, la tasa de crecimiento promedio de demanda máxima ha sido de 5,36%, sin embargo para el año de 1999 la demanda tuvo el mayor crecimiento al situarse en el 14.12%, situándose en 3.88 MW, mientras que el año 2002 tuvo un decrecimiento de 3,38%. Finalmente, en el año 2008, la demanda máxima de energía alcanzó 5,47 MW, tal como se puede observar en el gráfico presentado a continuación:

GRÁFICO 18: DEMANDA MÁXIMA ELECGALÁPAGOS

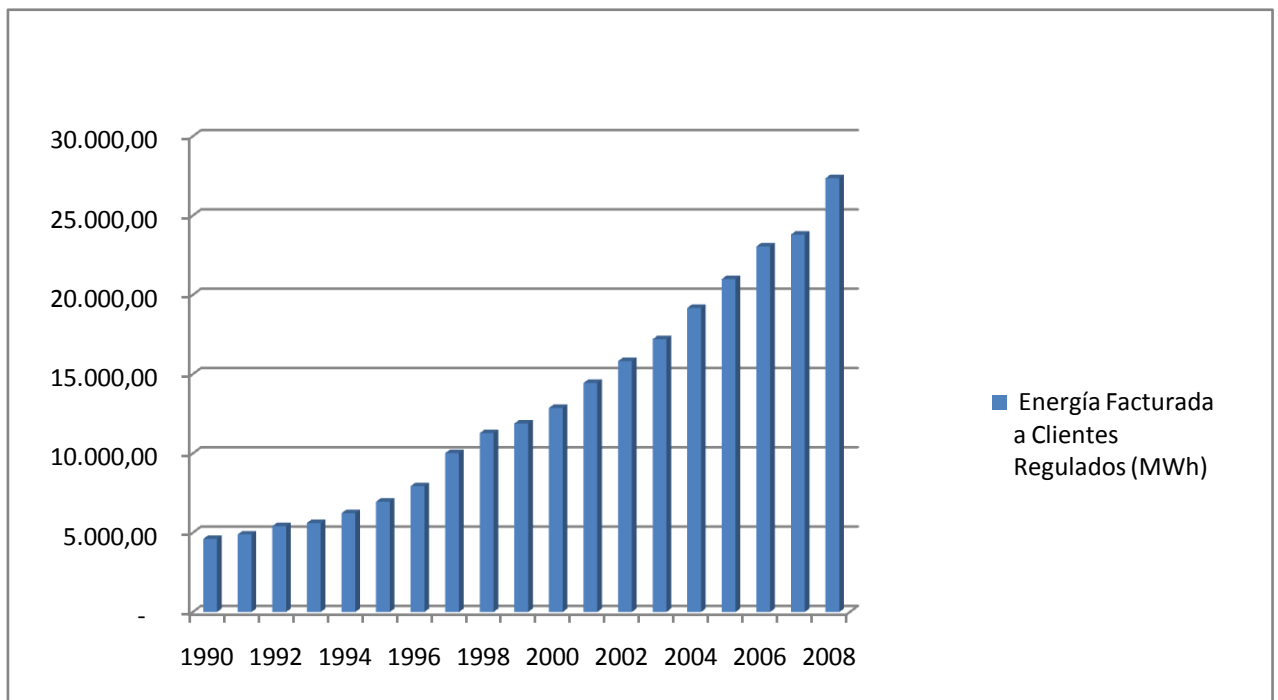


Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

Observando el gráfico 18 que se encuentra posteriormente, la energía facturada por la Empresa Eléctrica de Galápagos se ha incrementado de 4606,96 MWh en el año 1990 a 27356 MWh en el 2008, lo que significa que la facturación ha incrementado en 5,94 veces. Adicionalmente el número promedio de clientes regulados de la Elecgalápagos pasó de 1625,87 en 1990 a 4384 en 2001 y finalmente a 7203 en 2008, manteniendo un crecimiento promedio de 9% en los últimos dieciocho años.

GRÁFICO 19: ENERGÍA FACTURADA A CLIENTES REGULADOS (MWh)

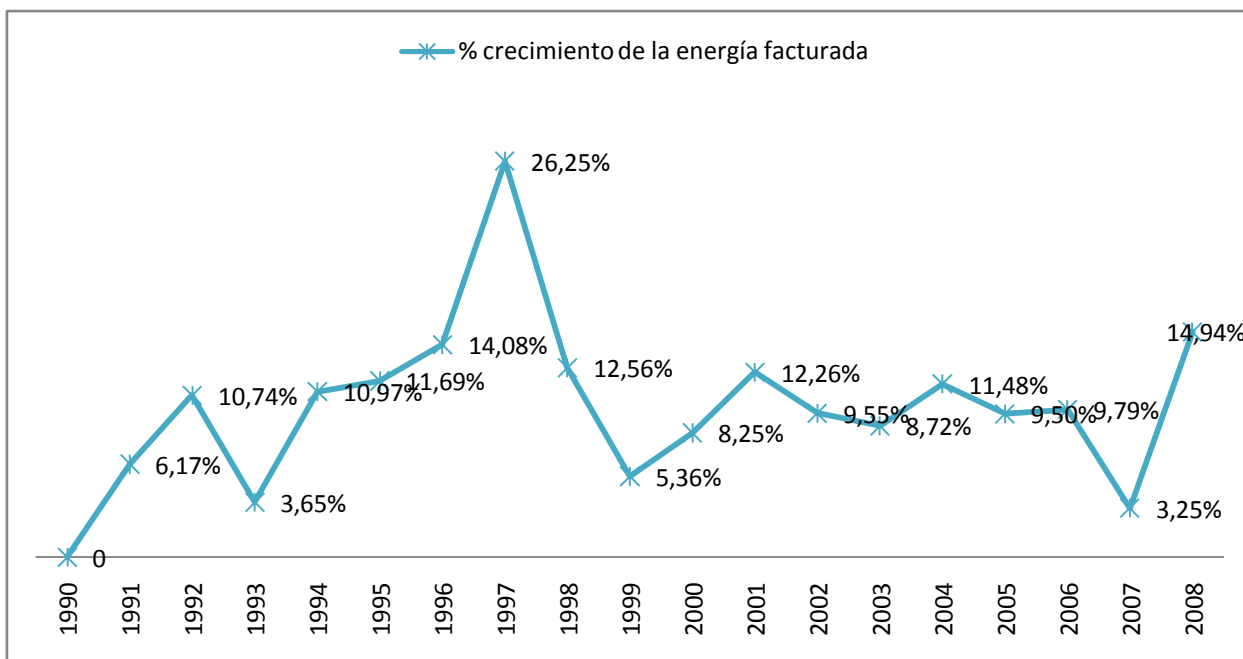


Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

Como se observa en el gráfico 19, la energía facturada a clientes regulados por la Elecgalápagos ha mantenido una tendencia creciente, sin embargo, la tasa de crecimiento de la misma presenta fluctuaciones representativas a lo largo de los dieciocho años que están siendo considerados. Al igual que la tasa de crecimiento de la energía disponible, el mayor incremento de la energía facturada se sitúa en el año de 1997 con porcentaje de crecimiento superior al 26%. Sin embargo, esta participación es considerablemente menor al crecimiento de la energía disponible, con lo que se podría intuir que durante el año de 1997, existió una pérdida significativa de energía.

GRÁFICO 20: % CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA FACTURADA



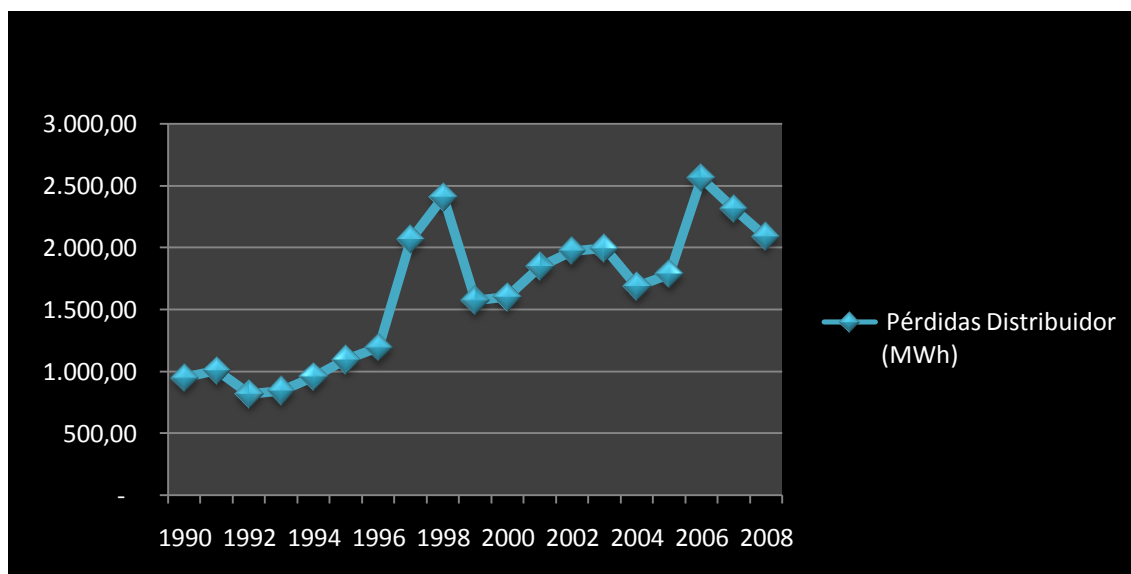
Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

c) Pérdidas del Distribuidor

Una característica común entre las empresas distribuidoras de energía en el Ecuador es la existencia significativa de pérdidas en el proceso de distribución de electricidad. Entre 1990 y el 2008, la Empresa Eléctrica Galápagos ha perdido un total de 30.777,70 MWh, a un promedio de 1.619,88 MWh anuales.

GRÁFICO 21: PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (MWh)



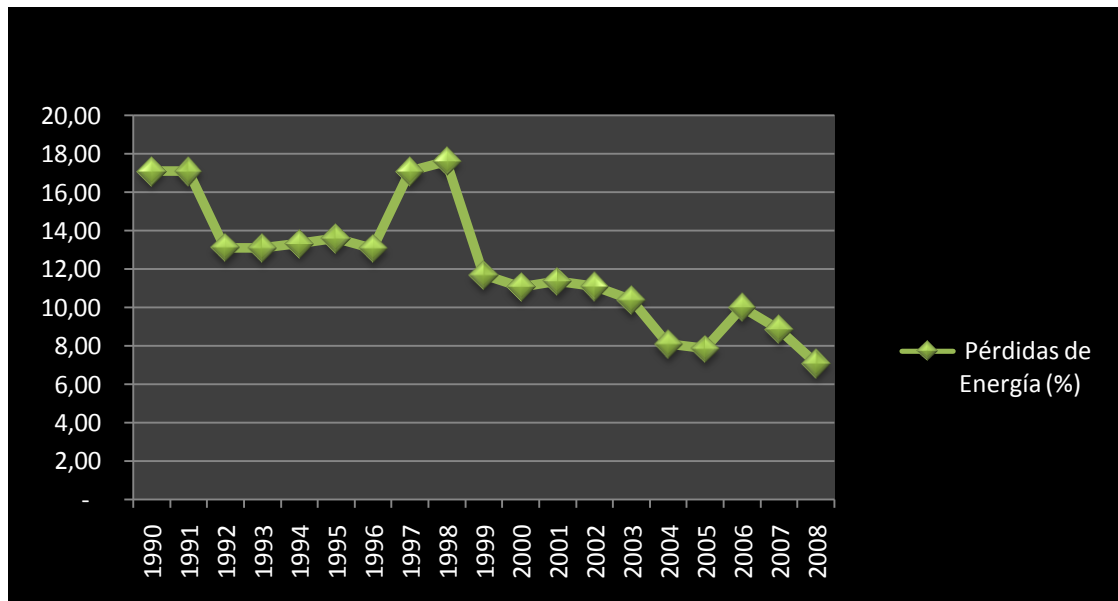
Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

Sin embargo de lo señalado en el párrafo anterior, el porcentaje de pérdidas energéticas ha ido disminuyendo paulatinamente. En el año de 1990 el porcentaje desperdiciado en la distribución alcanzaba el 17,10%, valor que fue reduciéndose hasta 1996 al 13,08%. Los años de 1997 y 1998 se caracterizaron por un incremento del porcentaje de pérdida a valores equivalentes a los de 1990.

A partir de 1999, las pérdidas de energía se redujeron considerablemente, situándose en 11,69% en dicho año. Finalmente, en el 2008 se logró el mejor porcentaje de desperdicio de electricidad con un porcentaje de 7,09.

GRÁFICO 22: % PÉRDIDAS DE ENERGÍA



Fuente: CONELEC

Elaboración: Propia

Sintetizando los valores antes expuestos, cabe recalcar que la energía disponible y la energía facturada han incrementado considerablemente desde el año 1990 al año 2008. Se debe señalar que el porcentaje de pérdidas energéticas ha tenido un comportamiento contrario a la disponibilidad de la energía ya que éstas han tenido, en promedio, una tendencia decreciente.

3.2.3. Medición del proyecto

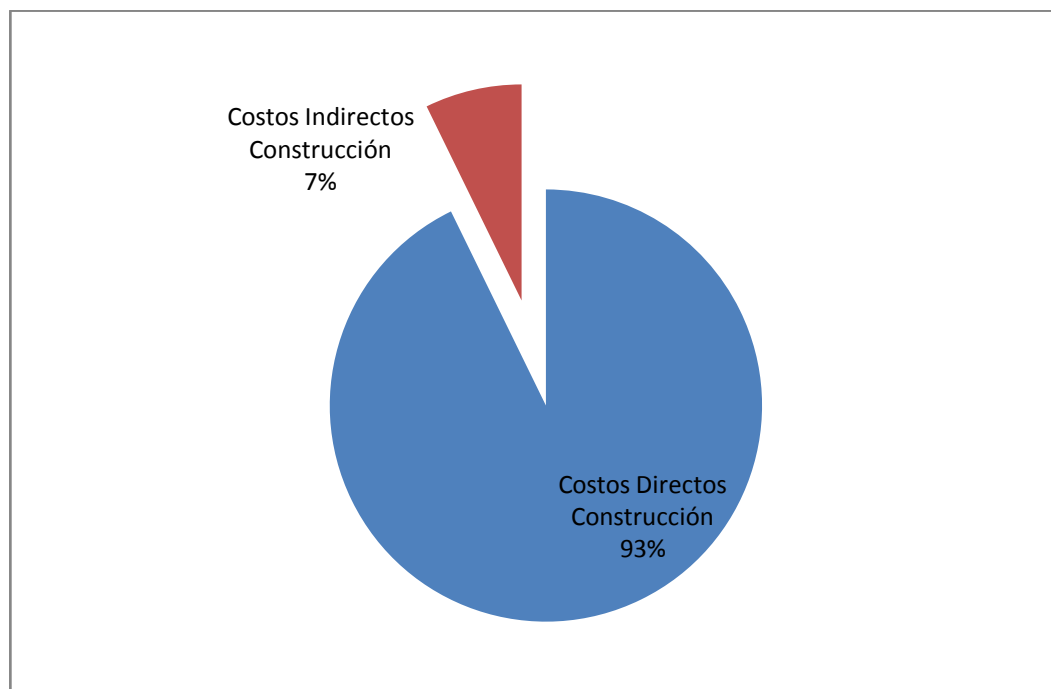
Para llevar a cabo la medición del proyecto se presentarán los ingresos y gastos empleados para la construcción y ejecución del Proyecto Eólico San Cristóbal. En primera instancia se detallarán los costos incurridos para la construcción del parque eólico, los cuales están segregados en directos e indirectos. La segunda etapa incluye los costos operacionales del proyecto, desde la Constitución del Fideicomiso hasta el 31 de diciembre de 2009. Posteriormente, para la determinación de los beneficios del proyecto, se presentarán los ingresos del proyecto, se detallarán los ingresos operacionales y los no operacionales, mismos que han facilitado la construcción y ejecución del proyecto.

El proceso de construcción del parque eólico presentó costos directos e indirectos, los cuales se encuentran detallados por proveedor y desglosado por grupos de actividades presentados en el ANEXO 1. La construcción contó con tres

contratistas principales: MADE, empresa española que proveyó al proyecto de los equipos, torres y turbinas; la empresa ELECDOR que aportó con la instalación eléctrica y finalmente con la compañía ecuatoriana Santos CMI quien llevó a cabo toda la obra civil, estructuras y provisión de equipos.

La construcción del proyecto eólico ascendió a USD\$9.851.263,05 de los cuales el 92,76% fue empleado en los costos directos, cuyo monto ascendió a USD\$9.138.066,94. En los costos directos, la instalación eléctrica tuvo una participación del 2,97%, los equipos, torres y turbinas representaron el 39,16% y finalmente las estructuras, obra civil y provisión de equipos emplearon el 57,87% del costo total de construcción.

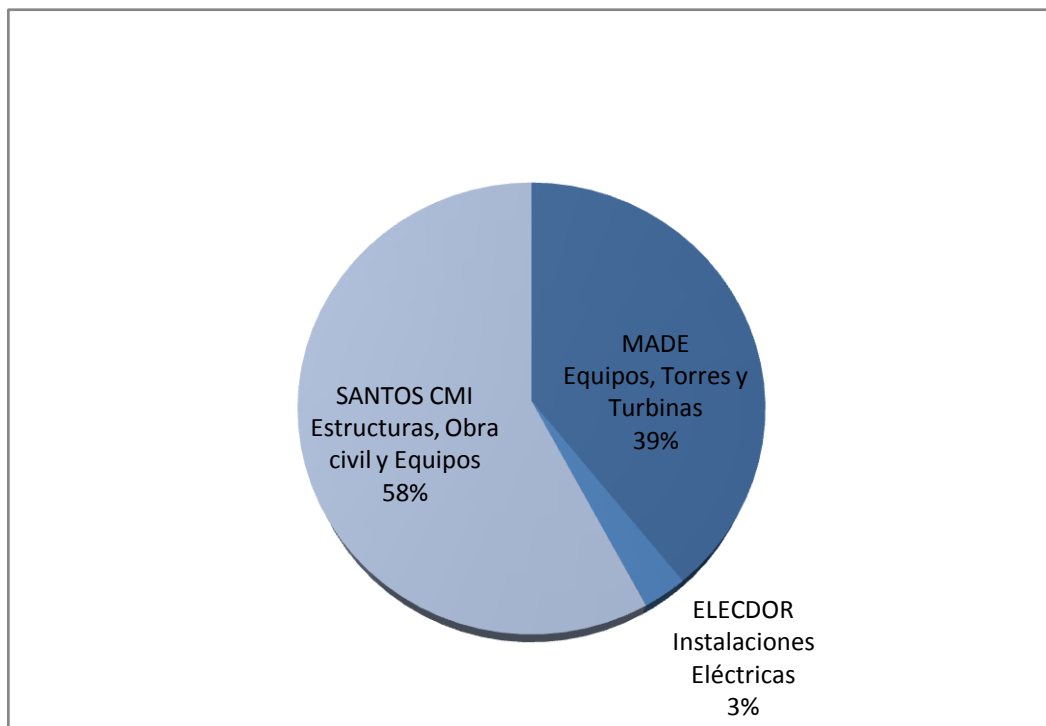
GRÁFICO 23: COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO



Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

**GRÁFICO 24: COSTOS DIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE
EÓLICO**

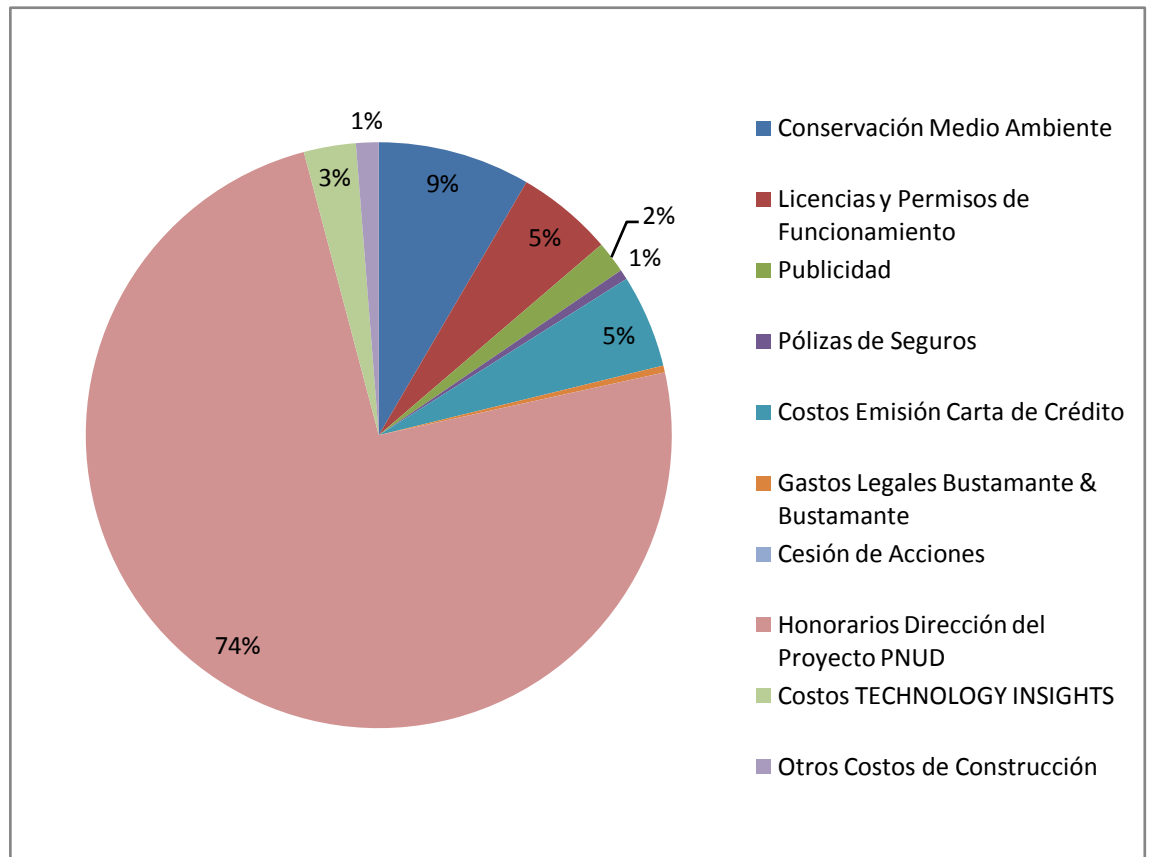


Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

Finalmente, los costos indirectos representaron el 5,69% del costo total con un valor de USD\$713.196,11. Dentro de estos rubros, el de mayor importancia fue la cancelación de los honorarios por dirección de proyecto al PNUD, cuyo monto entregado fue de USD\$530.063,95, el 74,32% de los costos indirectos.

GRÁFICO 25: COSTOS INDIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO



Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

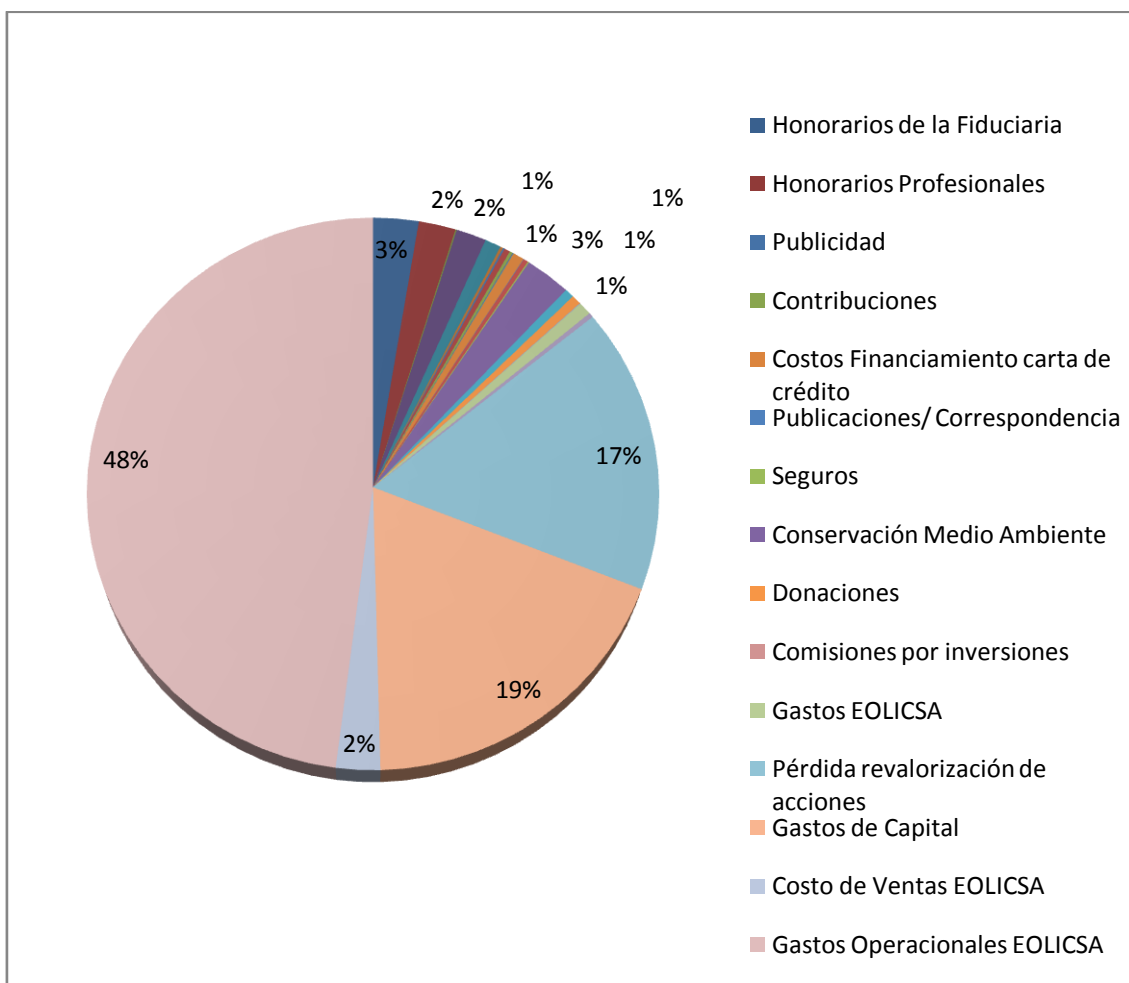
En la segunda etapa del análisis de costos se presenta los gastos administrativos del Proyecto Eólico hasta el año 2009, los cuales incluyen entre otros los honorarios de la fiduciaria, suministros de oficina, conservación ambiental, donaciones, movilización, impuestos, gastos bancarios, costos financiamiento de la carta de crédito, costos de ventas y gastos operacionales de la empresa EOLICSA, etc. Los gastos administrativos empleados hasta el 31 de diciembre de 2009 ascienden a USD\$2.759.132,47 (Ver ANEXO 2).

Para la evaluación del proyecto se deberá considerar que contractualmente se acordó con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, que el valor de US\$605.792,00 deberá ser registrado como un crédito que será cancelado en el segundo semestre del 2009 y el saldo en el segundo semestre del 2010.

En el mes de agosto de 2009 después de conciliar los recursos del Fideicomiso manejados a través de PNUD, determinó que éste mantenía un saldo no transferido al Fideicomiso de USD\$28.242,92; por lo que este valor se abonó a la obligación que el Fideicomiso mantiene con el PNUD. Adicionalmente, luego de efectuada la liquidación de estos recursos, el Fideicomiso devolvió al PNUD el valor de USD\$21.856, 83 correspondiente al saldo de fondos PNUD no utilizados. Luego de estos ajustes, la obligación del Fideicomiso al 31 de agosto de 2009, ascendía a USD\$555.692,25.

En el mes de agosto de 2009, la Fiduciaria conjuntamente con el PNUD, suscribieron el Convenio de Devolución de Fondos y Novación. En estricto cumplimiento de los compromisos de la fiduciaria establecidos en el convenio antes señalado, el 23 de septiembre de 2009, el Fideicomiso canceló el valor de USD\$400.000,00, correspondientes a la primera cuota de la obligación. El 2 de diciembre del mismo año, se canceló la segunda cuota por el valor de USD\$100.000,00 con recursos provenientes de los aportes de la Empresa Eléctrica Galápagos y con recursos generales. Consecuentemente, el saldo de la obligación del Fideicomiso con el PNUD al 31 de diciembre de 2009 es de USD\$55.692,25, valor que debe ser cancelado en septiembre del año 2010.

GRÁFICO 26: GASTOS ADMINISTRATIVOS 2005-2009



Fuente: FondosPichincha S.A., EOLICSA

Elaboración: Propia

Para la determinación de los costos totales del proyecto, se debe adicionar los costos de incurridos en la construcción del parque eólico (directos e indirectos), los costos administrativos y los abonos para el pago del capital.

$$C_t = \sum_j Y_{jt} \times P_{jt}$$

$$C_t = \sum (\text{Costos Construcción Parque Eólico} + \text{Costos Administrativos})$$

$$C_t = \text{Costos Directos} + \text{Costos Indirectos} + \text{Costos Administrativos}$$

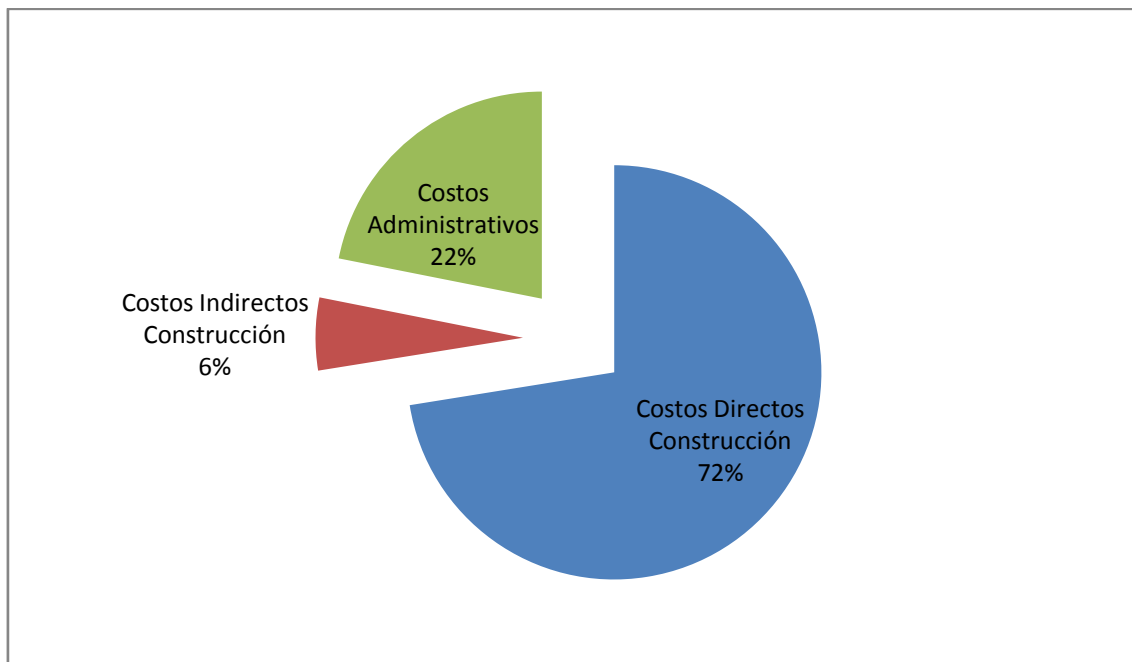
$$C_t = \$3.578.427,00 + \$271.026,39 + \$5.288.613,55 + \$713.196,11 + \$2.759.132,47$$

$$C_t = \$12.610.395,52$$

El costo total de la construcción del parque eólico y de la generación de 6.677.295 kWh es de USD\$12.610.395,52, los cuales estuvieron distribuidos de la

siguiente manera: 72,46% empleados en el costo directo de la construcción, 5,66% destinados a los costos indirectos de la construcción del parque eólico y 21,88% en los gastos administrativos ejecutados desde el año 2005.

GRÁFICO 27: COSTOS DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL (2005-2009)



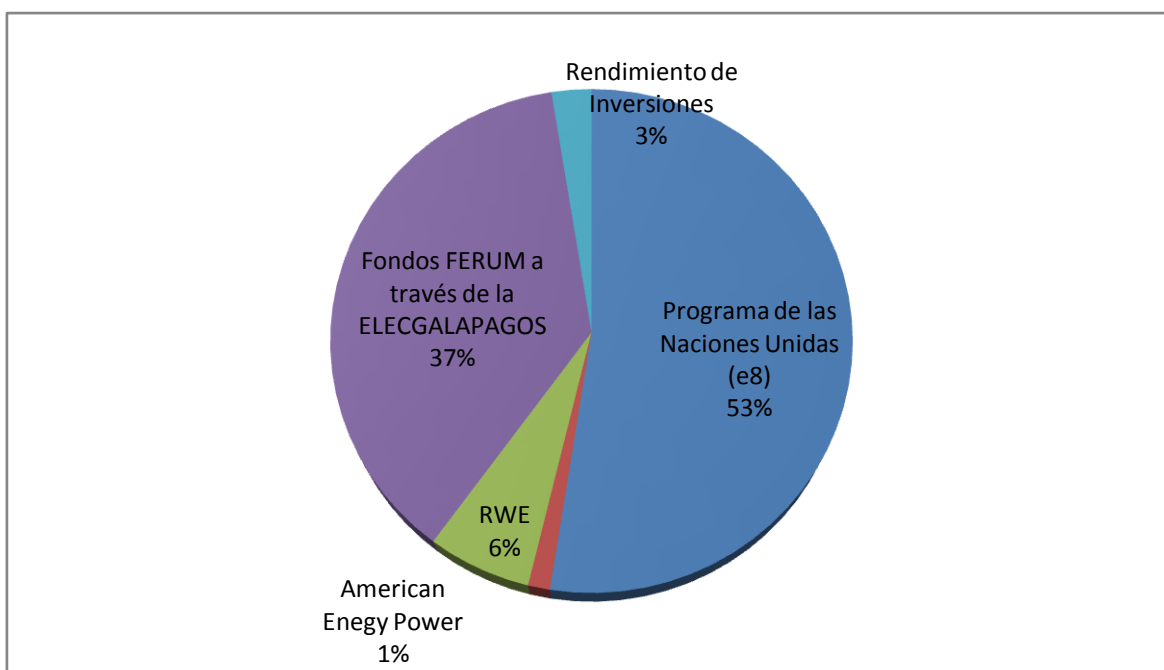
Fuente: FondosPichincha S.A.; EOLICSA

Elaboración: Propia

Para proceder con la medición de los beneficios obtenidos se debe conocer el valor de los ingresos adquiridos por la venta de energía más los ingresos no operacionales.

De conformidad con la información presentada en las secciones anteriores, la ejecución del proyecto se realizó en base al presupuesto del mismo, el cual pudo ser ejecutado gracias a las donaciones, aportes y financiamiento recibidos, más los rendimientos de las inversiones mantenidas, los cuales serán denominados como ingresos no operacionales del proyecto, cuyo valor asciende a US\$10.009.912,43.

GRÁFICO 28: FINANCIAMIENTO INICIAL DEL PROYECTO



Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

A partir del mes de octubre de 2007, el parque eólico inició sus actividades operacionales y hasta el mes de diciembre de 2009 se han generado 6.677.295 kWh, los cuales han permitido a la Empresa Eólica San Cristóbal S.A., EOLICSA, de acuerdo a los convenios contractuales que establecen un precio de USD\$ 0,1282 por cada kWh, facturar a la Empresa Eléctrica Galápagos, Elecgalápagos, un total de USD\$856.030,24.

TABLA 15: FACTURACIÓN POR VENTA DE ENERGÍA

FACTURACIÓN USD\$		
Año	REAL	EÓLICO
2007	101.329,14	790.398,00
2008	343.891,91	2.682.461,00
2009	410.809,18	3.204.436,00
Total	856.030,24	6.677.295,00

Fuente: EOLICSA.

Elaboración: Propia

Para calcular el valor de los ingresos por la generación y venta de electricidad se debe multiplicar el número de kWh generados por el precio de venta determinado mediante decreto ejecutivo que asciende a USD\$0,1282 por kWh.

$$B_t = \sum_i X_{it} \times P_{it}$$

$$B_t = \sum \text{kWh generados} \times P_{\text{kWh}}$$

$$B_t = [(790.398,00 + 2.682.461,00 + 3.204.436,00) \times 0,1282]$$

$$B_t = 856.030,24$$

Si añadimos los ingresos operacionales más los no operacionales, se obtiene que el Proyecto Eólico San Cristóbal ha recibido USD\$ 10.865,942.67.

Para obtener el beneficio neto de la construcción y ejecución del proyecto hasta el año 2009 se debe restar el valor de los ingresos totales

$$BN_t = B_t - C_t = \sum_i X_{it} \times P_{it} - \sum_j Y_{jt} \times P_{jt}$$

$$BN_t = \$10.865,942.67 - \$12.610.395,52$$

$$BN_t = - \text{USD\$1.744.452,85}$$

Las tres torres generadoras de energía eólica tienen una vida útil de veinte años, por lo que se debe estimar los ingresos y los gastos operacionales hasta el año 2027. Cabe recalcar, que el precio establecido de USD\$0,1282 se mantendrá vigente durante doce años, es decir, hasta el año 2019. A partir de este año, la resolución 004/04 emitida por CONELEC, establece que una vez culminado el periodo de vigencia, las centrales renovables no convencionales operarán en el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, sin embargo se mantendrá en consideración que la energía generada se encuentra en el territorio insular de Galápagos, por lo que el precio al que se venderá la electricidad podrá situarse alrededor USD\$0,1266, el cual es el precio promedio para los diferentes tipos de energía existentes en el Ecuador.

Para una mayor profundidad en el análisis se lo dividirá en dos escenarios:

- **Escenario A:** considera todos los costos operacionales del proyecto incluido el gasto de depreciación anual con su respectiva amortización para que una vez culminado el plazo de vida útil de los activos fijos, se cuenten con los recursos necesarios para la reposición de los mismos, fondo para el mantenimiento del parque eólico que asciende a USD\$1.000.000.00, fondo para la conservación de Petreles que asciende a USD\$350.000.00 y fondo para el desmantelamiento de las torres por USD\$1.000.000.00.

- **Escenario B:** incluye los costos operacionales y los tres fondos establecidos contractualmente. Sin embargo no contempla la provisión de recursos para reemplazar la maquinaria existente. Consecuentemente, no existirán recursos monetarios para que el proyecto de generación eólica sea sostenible luego de la culminación de la vida útil del parque eólico.

De los dos escenarios antes señalados, el escenario B es el de mayor viabilidad económica ya que los costos totales de generación son menores. Sin embargo se debería encontrar la manera de viabilizar el escenario A, con el cual la prestación de servicio eléctrico perduraría luego de cumplida la vida útil de los aerogeneradores.

Se han determinado estos dos escenarios toda vez que en la realidad la compañía EOLICSA registra contablemente la depreciación de los activos fijos mas no se ha creado una cuenta de amortización ya que contractualmente no se establece que se deberá amortizar el valor del activo fijo. Solamente instruye que se creen los tres fondos que en total ascienden a USD\$2.350.000.00

Se realiza este análisis con el objetivo de conocer cuáles serían los posibles escenarios del proyecto ya que se trata de la provisión de un servicio básico que no puede dejar de ser provisto.

Escenario A:

Los costos operacionales para el periodo comprendido entre el año 2010 al 2027 están determinados en base a las necesidades futuras del proyecto y de las obligaciones determinadas contractualmente.

TABLA 16: COSTOS OPERACIONALES 2010-2027 ESCENARIO A

Año	Producción aproximada (kWh)	Facturación (en USD)	Gastos Operacionales (en USD)
2010	3.555.581	\$455.826,03	\$757.159,65
2011	3.640.671	\$466.734,58	\$704.292,56
2012	3.747.344	\$480.410,07	\$704.276,39
2013	3.816.214	\$489.239,22	\$699.240,25
2014	3.904.369	\$500.540,64	\$699.249,00
2015	3.994.559	\$512.103,13	\$699.242,45
2016	4.086.834	\$523.932,72	\$699.240,97
2017	4.181.240	\$536.035,56	\$699.243,17

2018	4.277.826	\$548.417,98	\$698.865,96
2019	4.376.644	\$561.086,44	\$698.864,69
2020	4.477.745	\$567.138,33	\$698.864,73
2021	4.581.180	\$580.239,23	\$698.865,15
2022	4.687.006	\$593.642,75	\$698.865,13
2023	4.578.736	\$579.929,60	\$698.864,93
2024	4.472.967	\$566.533,23	\$698.864,99
2025	4.369.642	\$553.446,31	\$698.865,05
2026	4.268.703	\$540.661,70	\$698.865,02
2027	4.170.096	\$528.172,42	\$698.865,00
Total	75.187.356	\$9.584.089,95	\$12.650.595,09

Elaboración y Fuente: Propia

Para determinar la generación de electricidad futura, se analizó la tasa de crecimiento mensual desde el mes de octubre de 2007 hasta el mes de diciembre de 2009, adicionalmente se la comparó con la capacidad de producción del parque eólico y se determinó una tasa de crecimiento promedio de 2,31% hasta el año 2022. A partir de del año 2023 se considera una tasa de decrecimiento de la generación de energía en un 2,31% aproximadamente, por lo que el valor de los beneficios netos totales para un proyecto que durará n periodos es:

	TOTAL
Ingresos	
Operacionales	10.440.120,18
total ingresos	10.440.120,18
Egresos	
Administrativos	15.431.890,01
Construcción	9.851.263,05
total egresos	25.283.153,06
saldo	(14.843.032,88)
Inversiones	10.009.912,43
saldo de caja	(4.833.120,45)

$$VBN = \sum_t^n BN_t \times V_t$$

$$VBN_A = \$10.440.120,18 - \$25.283.153,06 + \$10.009.912,43$$

$$VBN_A = -\$4.833.120,45$$

Escenario B

Los costos operacionales para el periodo comprendido entre el año 2010 al 2027 están determinados en base a las necesidades futuras del proyecto y de las obligaciones determinadas contractualmente.

TABLA 17: COSTOS OPERACIONALES 2010-2027 ESCENARIO B

Año	Producción aproximada (kWh)	Facturación (en USD)	Gastos Operacionales (en USD)
2010	3.555.581	\$455.826,03	\$373.068,97
2011	3.640.671	\$466.734,58	\$327.953,00
2012	3.747.344	\$480.410,07	\$339.016,02
2013	3.816.214	\$489.239,22	\$350.600,72
2014	3.904.369	\$500.540,64	\$362.705,90
2015	3.994.559	\$512.103,13	\$364.586,92
2016	4.086.834	\$523.932,72	\$377.792,52
2017	4.181.240	\$536.035,56	\$391.594,80
2018	4.277.826	\$548.417,98	\$406.015,23
2019	4.376.644	\$561.086,44	\$421.081,10
2020	4.477.745	\$567.138,33	\$436.824,80
2021	4.581.180	\$580.239,23	\$453.275,78
2022	4.687.006	\$593.642,75	\$470.464,94
2023	4.578.736	\$579.929,60	\$472.030,22
2024	4.472.967	\$566.533,23	\$473.666,05
2025	4.369.642	\$553.446,31	\$475.375,34
2026	4.268.703	\$540.661,70	\$477.161,28
2027	4.170.096	\$528.172,42	\$479.027,41
Total	75.187.356	\$9.584.089,95	\$7.452.241,00

Elaboración y Fuente: Propia

	TOTAL
Ingresos	
Operacionales	10.440.120,18
total ingresos	10.440.120,18
Egresos	
Administrativos	9.437.442,20
Construcción	9.851.263,05
total egresos	19.288.705,25
saldo	(8.848.585,07)
Inversiones	10.009.912,43
saldo de caja	1.161.327,36

$$VBN_B = \$10.440.120,18 - \$19.288.705,25 + \$10.009.912,43$$

$$VBN_B = \$1.161.327,36$$

3.2.4. Valoración del proyecto

El último paso de la evaluación del proyecto incluye la valoración de los beneficios y costos del proyecto que previamente fueron identificados y medidos.

3.2.4.1. Proyectos y Valor agregado

Uno de los pilares de la economía manifiesta que *“toda acción que genera beneficios, conlleva también costos”*⁸⁹. Para ello es necesario conocer los costos y beneficios obtenidos asociados al proyecto.

Deben calcularse los costos y beneficios privados y de esta manera obtener el beneficio neto privado obtenido por el tomador de decisiones.

Al ser un proyecto social, los costos privados son equivalentes a los costos presentados en los numerales anteriores. Adicionalmente, es importante señalar que no existen beneficios privados para un inversionista. De existir excedentes, deben ser reinvertidos en el proyecto. En el séptimo año de ejecución, las instalaciones del

⁸⁹ FONTAINE, Ernesto, *Evaluación social de proyectos*, Pearson, México, 2008, p 13.

parque eólico deberán ser trasladadas a la Empresa Eléctrica Galápagos, por lo que cualquier beneficio será entregado a esta empresa.

El precio de venta de energía se encuentra determinado mediante resolución 004/004 emitida el 24 de diciembre de 2004 por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, en el cual se establece el régimen tarifario para energías no convencionales y se asigna a la electricidad generada por el parque eólico un precio de venta de USD\$0,1210.

Para la provincia de Galápagos se aplicarán los precios, resultado de la multiplicación de los valores establecidos para proyectos ubicados en el territorio continental por un factor de mayoración. El factor de mayoración que se ha considerado para centrales no convencionales que se instalen en Galápagos son: 1.3 para centrales eólicas y 1.1 para las demás tecnologías.⁹⁰

Finalmente el precio al cual es adquirida la energía por la Empresa Eléctrica de Galápagos es de USD\$0,1282.

Los precios establecidos en la Regulación 004/04 son garantizados y estarán vigentes por un período de 12 años a partir de la fecha de suscripción del contrato de permiso, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2006. Una vez culminado el periodo de vigencia, las centrales renovables no convencionales operarán en el MEM, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, de acuerdo a las normas vigentes a esa fecha⁹¹.

De ser un proyecto netamente económico y si los recursos con los cuales el proyecto fue financiado fueran préstamos y no donaciones, el proyecto tuviera pérdidas considerables que lo convertirían en un proyecto no sostenible ni rentable para sus inversionistas.

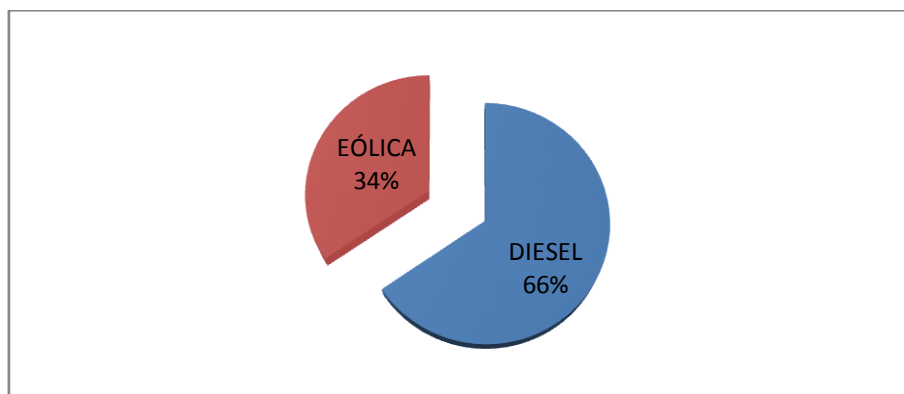
A continuación se presentarán de manera general beneficios sociales del proyecto. Es importante señalar que los costos sociales son mínimos y no significativos frente a las bondades generadas por la generación de energía eólica no contaminante.

Desde el mes de octubre de 2007 hasta el 31 de diciembre de 2009, el parque eólico ha generado 6.677.295 kWh de energía limpia, desplazando en un 34,5% a la generación de electricidad a base de diesel, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

⁹⁰ Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, REGULACIÓN No. CONELEC – 004/04, PRECIOS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES, 2004, p. 5, 17 de julio de 2010, http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=114&idiom=1&menu=2&submenu1=15&submenu2=7, 10:06,

⁹¹ Cfr. Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, op. cit.

GRÁFICO 29:% DE PARTICIPACIÓN POR TIPO DE ENERGÍA EN GALÁPAGOS

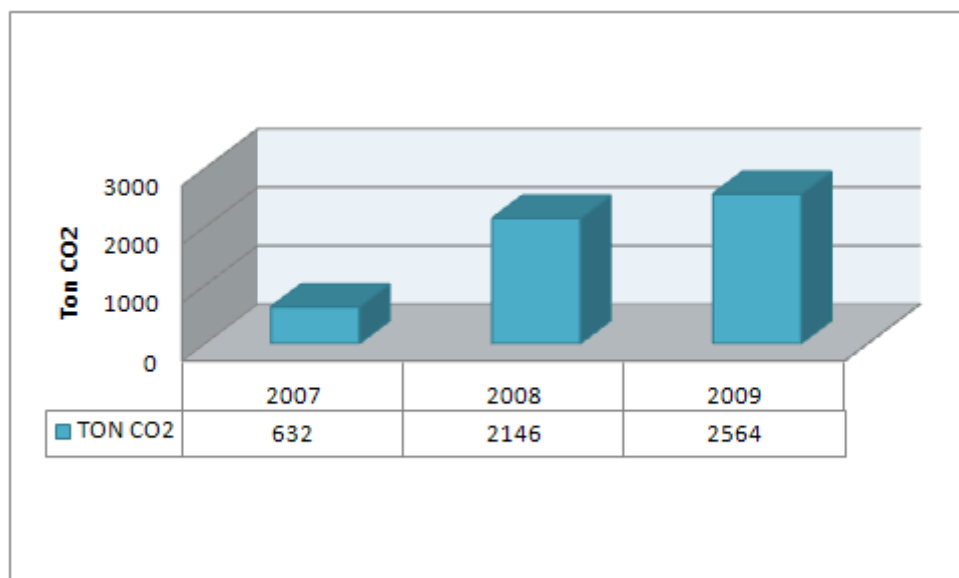


Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

Pese a que no se ha alcanzado el objetivo reemplazar en 50% a las energías depredadoras, el factor de penetración ha ido incrementando significativamente a partir del mes de julio del año 2008. Finalmente, el mayor beneficio del proyecto ha sido su colaboración para reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Tal como se presenta en el próximo gráfico, en veinte y siete meses se ha evitado emanar a la atmósfera 5.342 toneladas de dióxido de carbono.

GRÁFICO 30: TONELADAS EVITADAS



Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

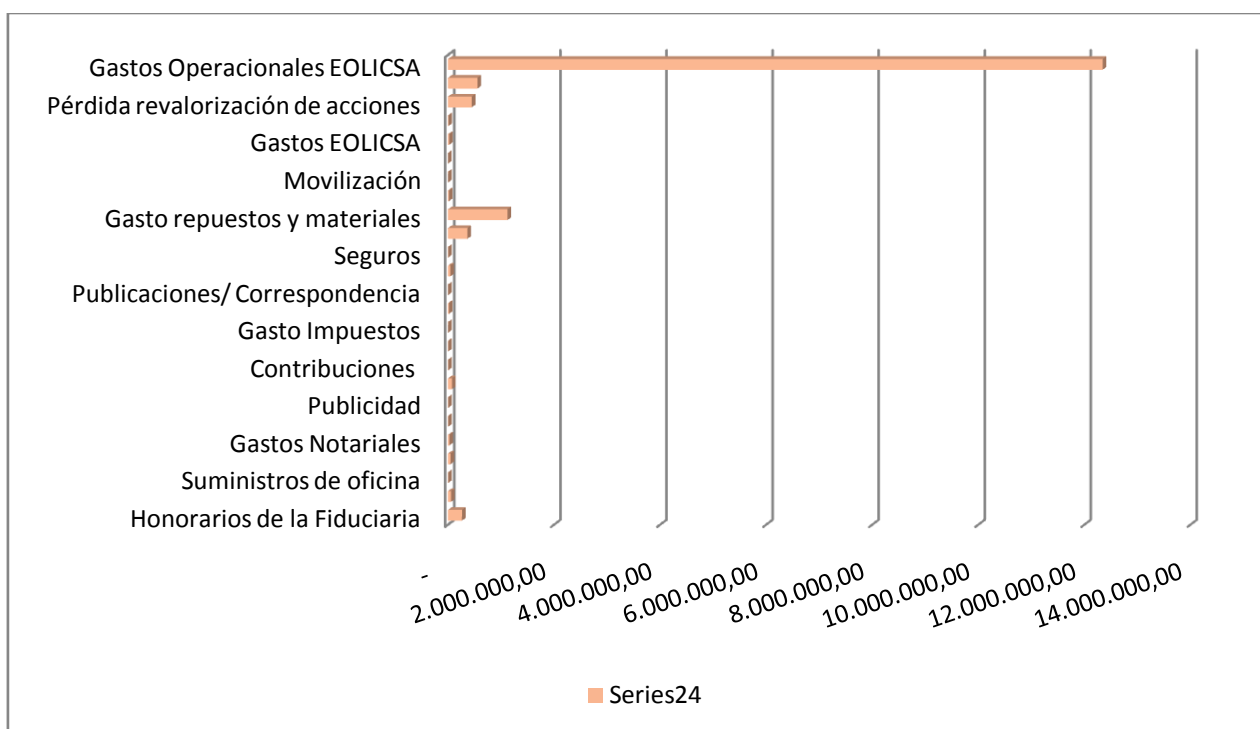
3.2.5. El excedente privado: beneficio - costo

3.2.5.1. Costo:

El costo total privado (CTP) de producir aproximadamente 81.864.651 kWh durante los veinte años del proyecto, va más allá de los insumos principales que permiten la generación de electricidad.

Escenario A: El Proyecto Eólico San Cristóbal cuenta con veinte y cinco componentes que en durante la vida del mismo ascenderán a USD\$ 15.431.890,01. (Ver Anexo 3)

**GRÁFICO 31: INSUMOS PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO
ESCENARIO A (2005-2027)**

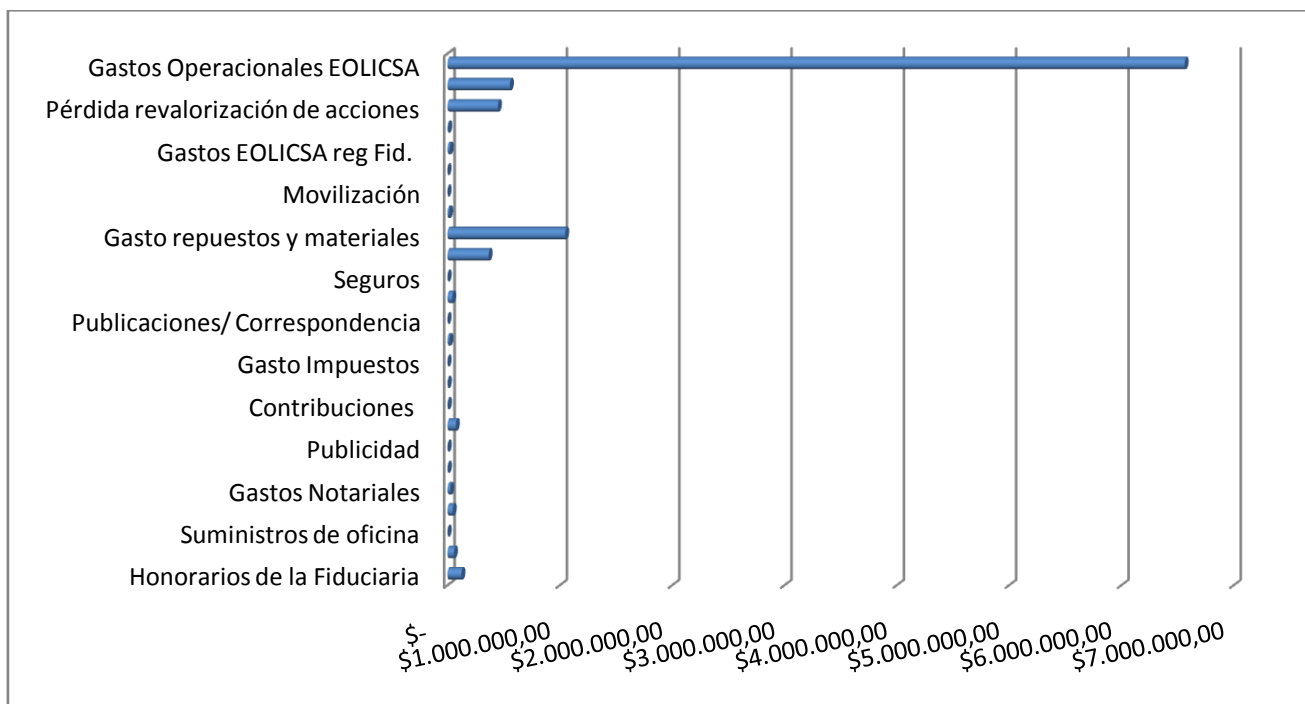


Fuente: FondosPichincha S.A., EOLICSA

Elaboración: Propia

Escenario B: el valor de los insumos que se emplearán hasta la culminación de la vida útil del Parque Eólico San Cristóbal ascenderá a USD\$9.437.442,20. (Ver anexo 4)

**GRÁFICO 32: INSUMOS PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO EÓLICO
ESCENARIO B (2005-2027)**



Fuente: FondosPichincha S.A., EOLICSA

Elaboración: Propia

3.2.5.2. Beneficio:

El beneficio para el país proviene del hecho de consumir la energía eólica es puro beneficio para la población y para la conservación de la fauna y flora de las Islas Galápagos.

Si fuera un bien normal, los consumidores deberían enfrentarse a un costo de oportunidad, es decir, deberían dejar de consumir un bien para poder adquirir otro ya que su poder de compra es limitado. Toda vez que es un bien de primera necesidad, el cual debe llegar a toda la población, no puede ser excluyente. Toda la población de Galápagos se beneficiará de este tipo de energía limpia pues quienes no tengan luz eléctrica en sus hogares, contarán con alumbrado público, el cual también emplea la energía eólica. Finalmente, cada hogar empleará mensualmente una porción de su ingreso en el bien, por ende se asume que realiza esta acción toda vez le genera beneficios. De esta manera, el beneficio social de consumir el producto equivale al valor de las ventas del mismo.

Para calcular el beneficio obtenido por la empresa EOLICSA y del beneficio social, se calculará el valor de la venta de electricidad, multiplicando la cantidad vendida y la que se generará en el futuro, por el precio establecido por el CONELEC.

$$BTP = P \times P_p$$

$$BTP = [(790.398,00 + 2.682.461,00 + 3.204.436,00) \times 0,1282] + \$9.584.089,95$$

$$BTP = \text{USD\$10.440.120,19}$$

3.2.5.3. Excedente:

Para determinar el excedente de la generación de energía eólica, se deberá considerar cada uno de los insumos que forman parte del proyecto.

Desde el punto de vista netamente económico, la ejecución del proyecto debería estar orientada a que el costo de producir el bien sea menor al precio de venta, de modo que exista un excedente monetario.

$$\sum P_{ins} \times Q_{ins} < P_p \times P$$

$$CTP < BTP$$

$$(PTP - CTP) = \text{Excedente privado}$$

Escenario A:

$$\text{Excedente privado}_A = \text{USD\$ 10.440.120,19} - \text{USD\$15.431.890,01}$$

$$\text{Excedente privado}_A = -\text{USD\$ 4.991.769,83}$$

Escenario B:

$$\text{Excedente privado}_B = \text{USD\$ 10.440.120,19} - \text{USD\$ 9.437.442,20}$$

$$\text{Excedente privado}_B = \text{USD\$ 1.002.677,99}$$

3.2.6. Necesidades básicas

El sector eléctrico es de vital importancia y de él dependen un sin número de actividades estratégicas, por las cuales el precio establecido por el CONELEC para la comercialización es mentiroso pues, de presentar los precios reales o sin la presencia de subsidios, el acceso a la electricidad sería aún más restringido y la población con

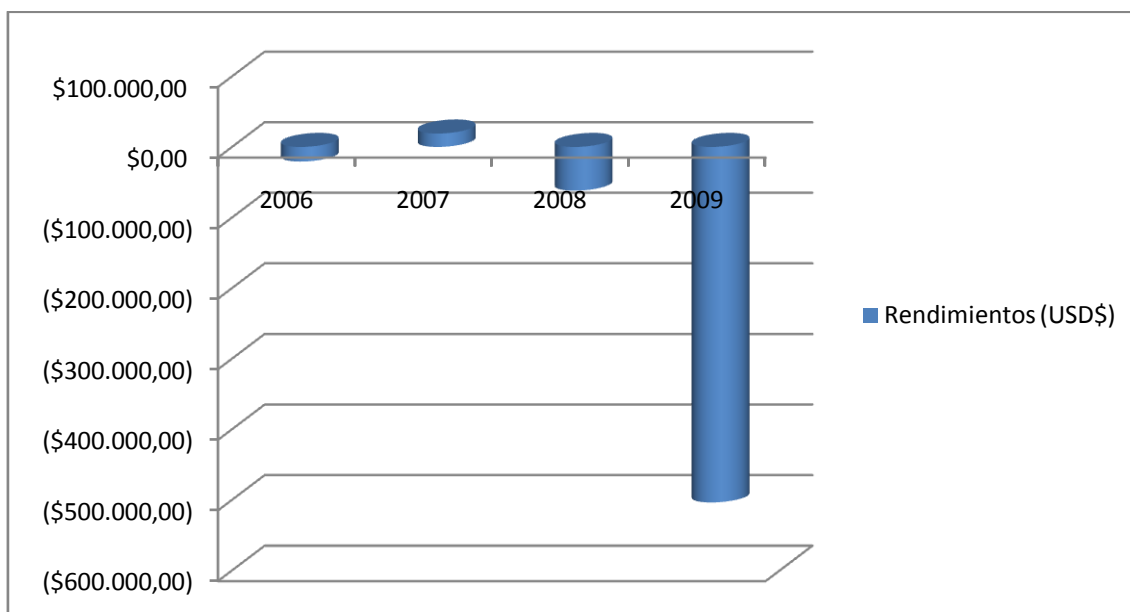
menor capacidad adquisitiva se vería limitada a su consumo. Por esta razón el gobierno responsable debe asegurarse de que este tipo de servicios básicos sean entregados al menor costo para que la población pobre pueda acceder a ellos y de esta manera se generará un excedente social positivo. El gobierno no siempre se encuentra en la capacidad de generar estos servicios y es por esta razón que para la provisión de una energía amigable con el medio ambiente, el gobierno ecuatoriano diseñó una serie de estrategias que acogen las donaciones nacionales e internacionales que permiten el financiamiento de estos proyectos.

Con la construcción y ejecución del proyecto Eólico San Cristóbal, la electricidad no contaminante generada ha sido adquirida por la Empresa Eléctrica de Galápagos, Elecgalápagos, quien a su vez distribuye a los pobladores de la Isla San Cristóbal este servicio básico que contribuye al desarrollo familiar y comercial de la Isla.

3.2.7. Depreciación de la maquinaria

Las torres y turbinas tienen una vida útil de veinte años. Al culminar este periodo, se deberá desarmar las torres aerogeneradoras, para ello anualmente se debe aprovisionar el valor de los beneficios adquiridos por el proyecto. Lastimosamente, el Fideicomiso registra en su contabilidad rendimientos acumulados que ascienden a USD\$ (583.955,63), los cuales se encuentran segmentados en pérdidas acumuladas por USD\$ (16.720,89), rendimientos anuales 2006 por USD\$ (20.670,41), rendimientos en el año 2007 por USD\$ 19.017,48, rendimientos anuales 2008 por USD\$ (61.919,45) y finalmente en el año 2009 un rendimiento de USD\$ (503.662,36), valores que se presentan en el gráfico 33:

GRÁFICO 33: RENDIMIENTOS ANUALES FIDEICOMISO



Fuente: FondosPichincha S.A.

Elaboración: Propia

De acuerdo a los resultados anuales obtenidos, no se ha llevado a cabo las provisiones para el desmantelamiento de las torres cuando se culmine su vida útil.

La producción de energía eólica generada por las torres aerogeneradoras ha generado un desgaste en la maquinaria con la que es realizado. Por ello, dentro del precio de venta del bien se debería incluir su valor de recuperación.

En condiciones normales, el proceso de elaboración del producto requiere un gasto anual adicional al inicio de cada periodo, para que en el año en el cual se alcance la vida útil de la maquinaria, se cuente con los recursos necesarios o que hagan factible la adquisición de una nueva máquina⁹².

En el caso del Proyecto Eólico San Cristóbal, el precio al cual se vende la electricidad a Elecgalápagos está determinado a través de Resolución 004/04 de CONELEC en la cual se determina el régimen tarifario para energías no convencionales. Dentro de este precio no se encuentra considerado el valor requerido para dentro de veinte años poder reemplazar el parque eólico con nuevas torres aerogeneradoras.

⁹²Cfr. FONTAINE, op. cit., p 56.

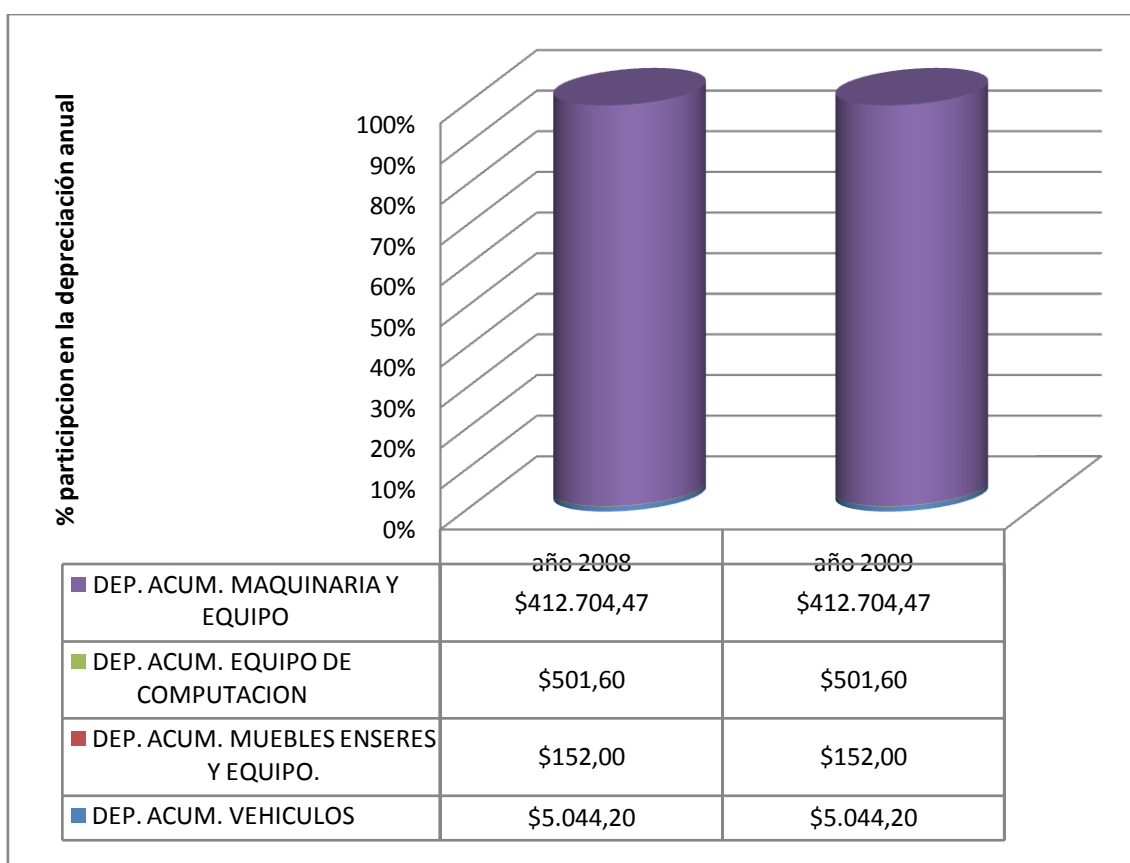
Al 31 de diciembre del año 2009, luego de dos años y tres meses de utilización, la depreciación acumulada del Proyecto asciende a USD\$ 834.204,37⁹³.

“El gasto por la depreciación se registra con cargo a las operaciones del periodo y es calculado mediante el método de línea recta, utilizando las siguientes tasas que se consideran apropiadas para depreciar el valor de los activos en función de la vida útil estimada:

Cuenta	Tasa Anual
Maquinaria y equipo	5%
Muebles y enseres	10%
Vehículos	20%
Equipos de computación	33% ⁹⁴

En el gráfico 34 presentado a continuación se señala por grupos a cada uno de los componentes de la depreciación de los activos fijos del proyecto eólico:

GRÁFICO 34: DEPRECIACIÓN ACUMULADA MAQUINARIA



Fuente: EOLICSA

Elaboración: Propia

⁹³ PEREZ PEREZ & Co. Auditores y Consultores, EOLICA SAN CRISTOBAL S.A. EOLICSA, Informe de Auditoría sobre los Estados Financieros, año terminado el 31 de diciembre de 2009, p 2.

⁹⁴ Id.

EOLICSA mantiene un activo fijo por USD\$7.417.284,80, valor neto de la depreciación acumulada y están contabilizadas al costo de adquisición. Los pagos por mantenimiento son contabilizados en el gasto, mientras que las renovaciones y mejoras que alargan la vida útil del activo se capitalizan.

Sin embargo, tal como se presentó en el gráfico 33, el fideicomiso ha registrado anualmente rendimientos en su mayoría negativos, los cuales limitan la capacidad de proyecto para ser autosustentable. De continuar con la tendencia, en veinte años, no se contará con los recursos para reemplazar a la maquinaria actual, ni para el desmantelamiento de las torres.

Para conocer el valor que tendré invertido debo tomar en cuenta la tasa de interés r . Si la inversión al final del primer año se le suma los gastos del comienzo del segundo y se lo multiplica por $(1+r)$, se obtendrá la inversión al final del segundo año. Para n periodos, se obtiene que la inversión al final del periodo n , cuando los gastos C_i se efectúen al final de cada periodo, considerando como primero al final del periodo cero y el último al final del periodo $(1-n)$, la inversión al final del periodo n será⁹⁵:

$$VC_n = \sum_{i=0}^n C_i (1+r)^{n-i}$$

$$VC_n = \text{USD\$ } 639.752 (1 + 4,39\%⁹⁶) + \text{USD\$ } 713.053 (1 + 4,39\%) + \sum_{i=3}^{20} C_i (1+r)^{20-i}$$

Para el cálculo de los gastos de los próximos años se multiplicará promedio de los gastos del año 2008 y 2009 por la inflación promedio de los últimos cinco años, es decir desde el año 2005 al 2009.

$$VC_n = \text{USD\$ } 667.837,50 + \text{USD\$ } 745.118,07 + \text{USD\$ } 13.218.606,81$$

$$VC_n = \text{USD\$ } 14.631.562,39$$

Escenario A:

A continuación se debe incluirse el valor de la recuperación de la maquinaria ($R>0$) o los gastos de desmantelamiento ($R<0$) que serán redituados al final del año n :

⁹⁵ Cfr. FONTAINE, op. cit., p 59.

⁹⁶ Banco Central del Ecuador, tasa pasiva referencial al 15 de julio de 2010.

$$VC_n = \sum_{i=0}^n C_i(1+r)^{n-i} - R$$

$$VC_A = \text{USD\$ } 14.720.794,96 - \text{USD\$ } 8.254.089,33$$

$$VC_A = \text{USD\$ } 6.377.473,06$$

Escenario B:

En la Constitución del Fideicomiso Eólico San Cristóbal se ha establecido que para el fin de la vida útil de la maquinaria y equipo del parque eólico se deberá crear un fondo de USD\$1.000.000.00, para lograrlo, anualmente se deberán reinvertir los beneficios obtenidos con la finalidad de contar con los recursos necesarios para dismantelar las torres eólicas. Los gastos de dismantelamiento ($R < 0$) que serán redituados al final del año n :

$$VC_B = \text{USD\$ } 14.720.794,96 - (- \text{USD\$ } 1.000.000,00)$$

$$VC_B = \text{USD\$ } 15.720.794,96$$

3.2.8. Criterios para la decisión de Inversiones

3.2.8.1. Valor actual Neto de un flujo de fondos

De conformidad con los flujos obtenidos en los literales superiores, el flujo de caja estimado al final del año 20 en el escenario A es de - USD\$ 4.991.769,83 y para el escenario B es de USD\$1.002.667,99. La tasa de interés empleada es del 12%, misma que fue utilizada para el cálculo en el estudio de factibilidad.

Escenario A:

$$VAN = \sum_{t=1}^{20} \frac{- \$4.833.120,45}{(1 + 12\%)^{20}}$$

$$VAN = -\$1.129.849,49$$

(Ver anexo 5)

Observaciones:

- El proyecto no cuenta con los recursos necesarios para realizar la amortización del equipo y maquinaria. Consecuentemente no se podrá reponer el equipo al final de la vida útil del mismo.

- Al contar con flujos negativos en todos los años del proyecto, se corre el riesgo de no poder cumplir con la vida útil del parque eólico ya que no se cuenta con los recursos necesarios ni para el mantenimiento.

Escenario B:

$$VAN = \sum_{t=1}^{20} \frac{\$1.161.327,36}{(1 + 12\%)^{20}}$$

$$VAN = \$664.147,49$$

(Ver anexo 6)

El valor actual neto del Proyecto Eólico San Cristóbal es positivo y asciende a USD\$664.147,49, por lo que se podría continuar con el proyecto. Se puede concluir que el proyecto podrá contar con los recursos necesarios para el mantenimiento de los equipos, para la protección de petreles y para el desmantelamiento del parque eólico al final de la vida útil. Adicionalmente, El servicio no se podrá prestar en el futuro y no se percibirán ingresos operacionales ya que están basados en la venta de energía generada.

3.2.8.2. La tasa interna de retorno (TIR)

Escenario A:

$$0 = \frac{-\$4.833.120,45}{(1+r)^{20}}$$

$$r = +/- 22\%$$

Escenario B:

$$0 = \frac{1.161.327,36}{(1+r)^{20}}$$

Para este escenario no existe ninguna tasa interna de retorno que convierta al valor actual neto igual a cero, toda vez que con una tasa del 0%, el VAN del escenario B será de USD\$1.161.327,36.

3.2.8.3. Costo Anual Equivalente

Escenario A

$$CAE = VAC + FRC$$

$$CAE = -\$1.129.849,49 + \frac{0,12 + (1 + 0,12)^{20}}{(1 + 0,12)^{20} - 1}$$

$$CAE = -\$1.129.848,36$$

Escenario B

$$CAE = VAC + FRC$$

$$CAE = \$664.147,49 + \frac{0,12 + (1 + 0,12)^{20}}{(1 + 0,12)^{20} - 1}$$

$$CAE = \$664.148,62$$

CAPÍTULO IV

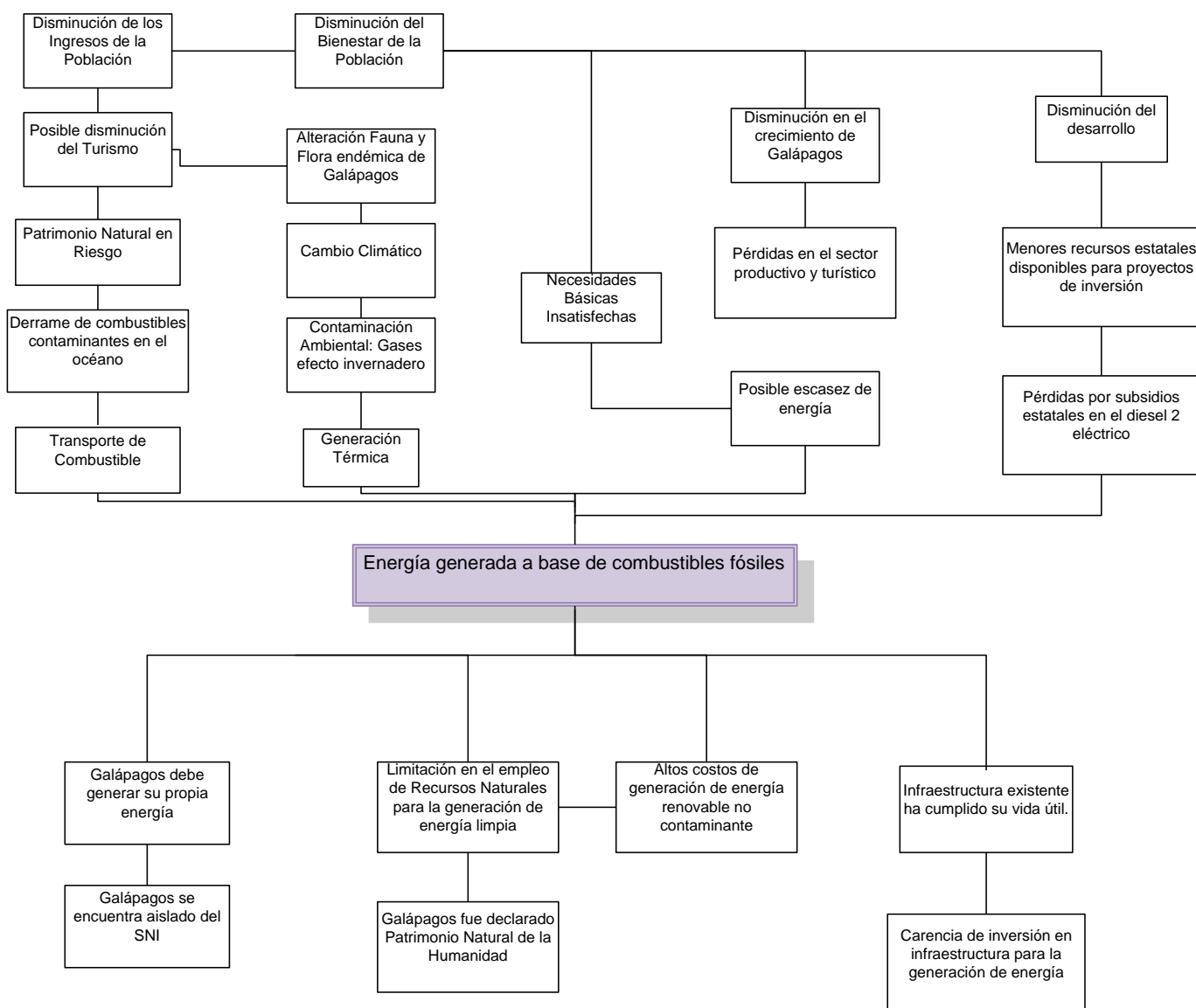
EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL

4.1. Fundamentos para la Evaluación Social de Proyectos

4.1.1. Definición del Problema:

a) *La técnica del árbol de problemas:* causas y efectos

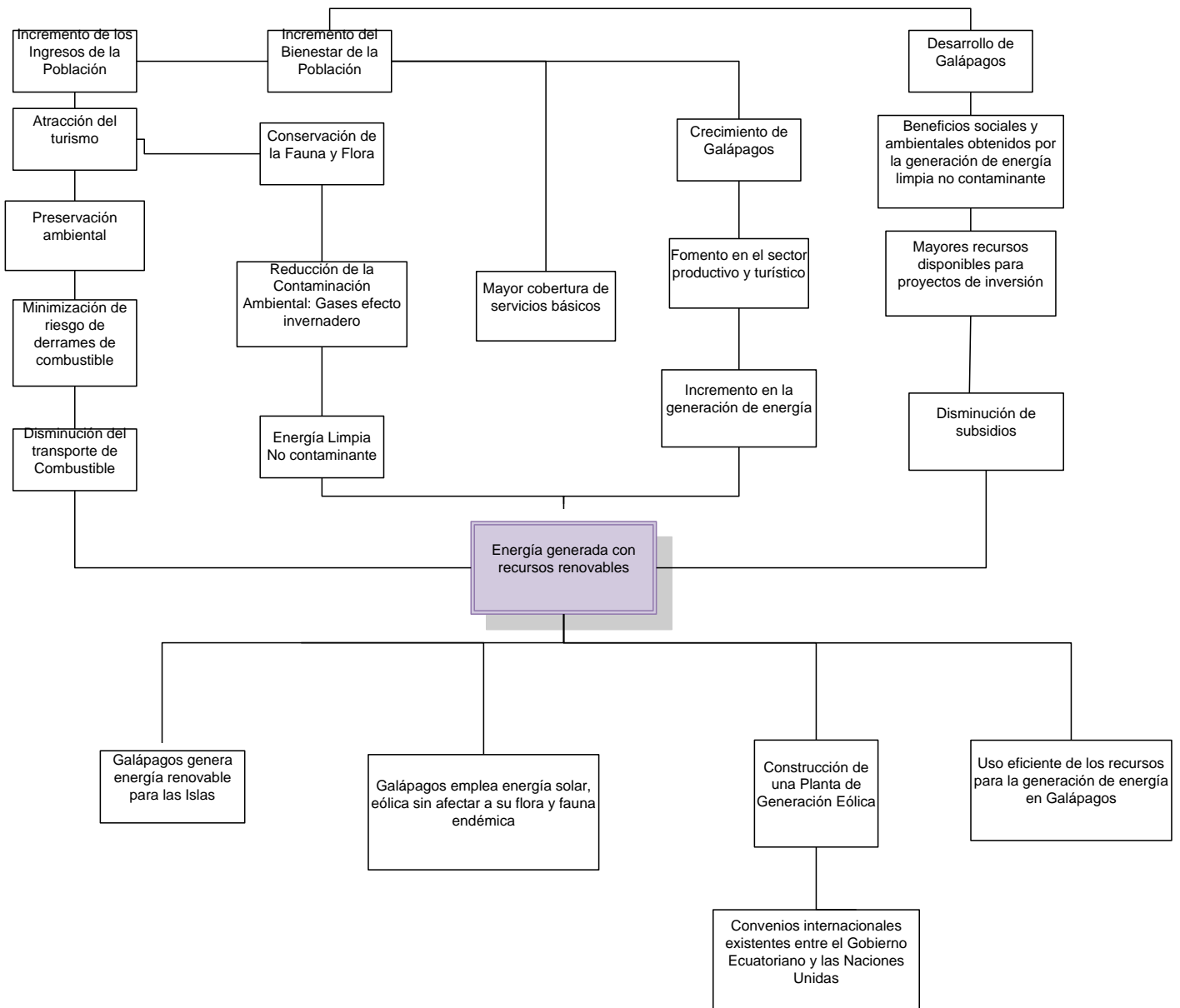
GRÁFICO 35: ÁRBOL DE PROBLEMAS



Elaboración y Fuente: Propia

b) Árbol de medios y fines

GRÁFICO 36: ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



Elaboración y Fuente: Propia

El problema identificado en las Islas Galápagos se genera a raíz de su condición geográfica, toda vez que no forma parte del sistema nacional interconectado, lo cual obliga a la Empresa Eléctrica de Galápagos a generar su propia energía para poder dotar a la población del servicio básico de electricidad. Históricamente, la generación de energía se ha realizado a base de combustibles fósiles, los cuales deben ser transportados desde el Ecuador continental, poniendo en grave riesgo la flora y fauna de Galápagos. Adicionalmente, las Islas fueron declaradas Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO, con lo cual se limita

aún más el empleo de recursos naturales renovables para la generación de energía limpia. Finalmente, una característica del sector eléctrico ecuatoriano ha sido la carencia de inversión en infraestructura que reemplace la existente que ya ha culminado su vida útil y que se ha vuelto ineficiente y altamente contaminante.

Los acontecimientos antes señalados han generado efectos adversos tales como derrames de combustible al océano que han puesto en riesgo al patrimonio natural único en el mundo. Otro de los efectos de la generación térmica es la contaminación ambiental que genera gases de efecto invernadero que inciden en el cambio climático y alteran la fauna y flora endémica de Galápagos. Cabe recalcar que el principal ingreso de la población galapagueña proviene del turismo, el cual se ve directamente afectado por los incidentes que alteren su condición natural, incidiendo de manera negativa en los ingresos de la población y en una disminución del bienestar de la población. Así mismo, se podría considerar que el riesgo de transportar combustibles podrá incidir en la disminución del mismo, generando escasez de energía en las Islas, lo cual podría generar pérdidas en el sector productivo y turístico. Para culminar se debería considerar el subsidio existente al diesel 2 eléctrico, lo cual limita la inversión estatal en proyectos de inversión y afecta negativamente al desarrollo de la población.

4.2. Evaluación

4.2.1. Análisis Costo – Beneficio socioeconómicos directos

Para el análisis costo – beneficio se re calcularán los ingresos y costos a precios sociales, multiplicando el valor de mercado por el factor de corrección. Para ello se ha considerado los siguientes factores:

TABLA 18: FACTORES DE CORRECCIÓN

CATEGORÍA	FACTOR
Mano de Obra no Calificada	0.15
Mano de Obra Calificada	1
Bienes y Servicios Nacionales	1.12
Bienes Importados	1.15
Tasas	0.41

Fuente: Karen Jordan y Jimmy Godoy⁹⁷
Elaboración: Propia

Una vez que se ha obtenido los precios sociales, se obtienen los siguientes resultados:

	TOTAL
Ingresos	
Operacionales	11.693.269,33
total ingresos	11.693.269,33
Egresos	
Administrativos	9.775.625,91
Construcción	8.341.676,32
total egresos	18.117.302,23
saldo	(6.424.032,90)
Inversiones	11.030.622,61
saldo de caja	4.606.589,71

A precios sociales, el Proyecto Eólico tiene un saldo positivo de USD\$4.606.589,71.

A continuación se procederá a calcular el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el costo anual equivalente de los flujos sociales.

⁹⁷ JORDAN, Karen; GODOY, Jimmy, "Proyecto para la construcción de una unidad educativa y su evaluación social del recinto Cañaveral de Adentro, Provincia de Los Ríos, Cantón Babahoyo, Parroquia Caracol", Tesis de Grado, junio 2008, p. 120

4.2.2. Valor actual neto a precios sociales:

$$VAN = \sum_{t=1}^{20} \frac{\$4.606.589,71}{(1 + 12\%)^{20}}$$

$$VAN = \$ 2.695.334,78$$

(Ver anexo 7)

El valor actual neto a precios sociales del Proyecto Eólico San Cristóbal es positivo y asciende a USD\$2.695.334,78, por lo que se podría continuar con el proyecto. Se puede concluir que el proyecto podrá contar con los recursos necesarios para el mantenimiento de los equipos, para la protección de petreles y para el desmantelamiento del parque eólico al final de la vida útil. Finalmente, el VAN a precios sociales tiene un efecto multiplicador en la sociedad considerablemente superior al del VAN a precios de mercado.

4.2.3. Tasa interna de retorno

$$0 = \frac{\$2.695.334,78}{(1 + r)^{20}}$$

Para este escenario no existe ninguna tasa interna de retorno que convierta al valor actual neto igual a cero, toda vez que con una tasa del 0%, el VAN del escenario B será de USD\$4.606.589,71.

4.2.4. Costo anual equivalente

$$CAE = \$ 2.695.334,78 + 1,1295$$

$$CAE = \$2.695.334,91$$

Tal como se indicó en el marco teórico, la evaluación social o socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que el Proyecto Eólico implica para la sociedad y determinar su verdadera contribución al incremento de la riqueza del país.

4.2.5. Costos y beneficios socioeconómicos indirectos.

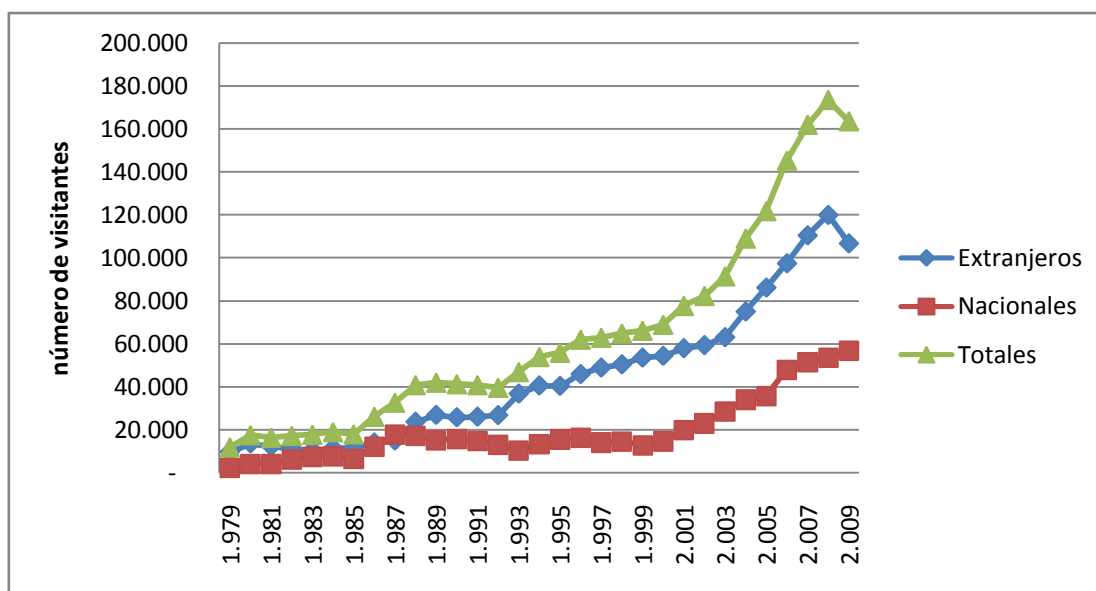
4.2.5.1. Turismo

Toda vez que el sector turístico genera los principales ingresos de las Islas Galápagos, la evolución histórica del turismo será considerada para la determinación de los beneficios socioeconómicos indirectos.

4.2.5.1.1. Evolución histórica del turismo en Galápagos

El ingreso de visitantes al Parque Nacional Galápagos (PNG) ha incrementado considerablemente desde 1979, en el cual se registró 11.765 visitas, de las cuales el 81,08% correspondía a extranjeros y el 18,02% a turistas nacionales. En el año 2000, las visitas al PNG ascendieron a 68.856, con una participación de turistas extranjeros del 78,85% y de ecuatorianos del 21,15%. Para el 2007, año en que inició la operación, las Islas Galápagos recibieron a 121.694 visitantes, 70,76% extranjeros y 29,24% nacionales. Continuando con la tendencia creciente, el año 2008 se contó con la presencia de 173.420 turistas los cuales se dividieron en 69,17% extranjeros y 31,83% de ecuatorianos. La crisis mundial del año 2009 incidió en el número de turistas que optaron por viajar a las Islas Galápagos. El PNG registró 163.480 visitantes, de los cuales el 65% provino del extranjero y el 35% correspondió a turismo nacional.

GRÁFICO 37: EVOLUCIÓN DEL TURISMO EN GALÁPAGOS DESDE 1979 HASTA 2009



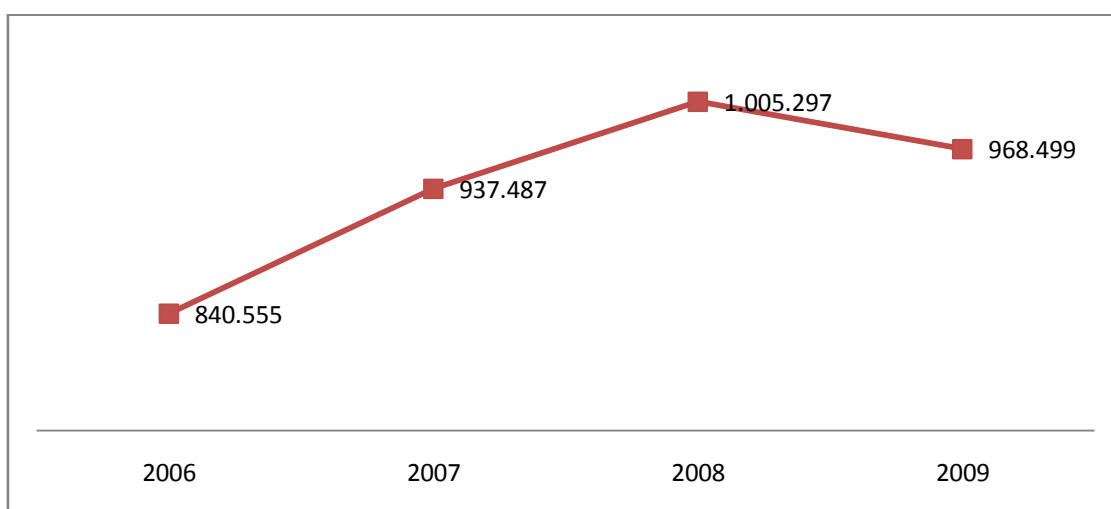
Fuente: Asociación Nacional de Operadores de turismo receptivo del Ecuador, OPTUR.

Elaboración: Propia

Cabe recalcar que el turismo nacional se ha incrementado considerablemente, por lo que se puede concluir que en los últimos años, la valoración de los ecuatorianos frente a su patrimonio natural es cada vez mayor.

De acuerdo a las estadísticas de entradas y salidas al Ecuador, presentadas por el Ministerio de Turismo en los últimos cuatro años han ingresado 3.751.838 extranjeros.

GRÁFICO 38: LLEGADA DE EXTRANJEROS



Fuente: Ministerio de Turismo.

Elaboración: Propia

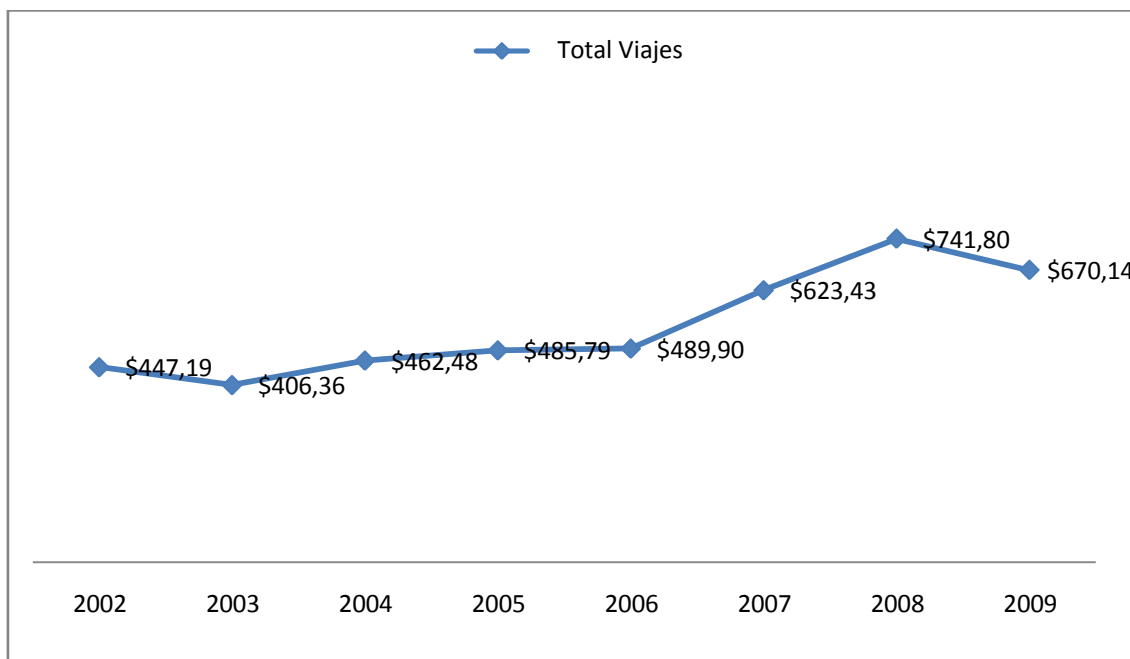
Comparando el total de visitas al Ecuador de extranjeros con el número de turistas que ingresaron al Parque Nacional Galápagos se obtiene que la participación del turismo en las Islas Galápagos durante los últimos cuatro años es en promedio del 17,17%.

4.2.5.1.2. Ingresos por turismo

A continuación se presenta los ingresos nacionales por turismo, el cual se encuentra contabilizado en la balanza de pagos, sector servicios. Entre el año 2002 al año 2009, el Ecuador ha recibido 4.327 millones de dólares por viajes.⁹⁸

⁹⁸ BCE, *Boletín Trimestral de la Balanza de Pagos del Ecuador* No.31 año 2002. I trimestre 2010, <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000805>, lunes 26 de julio de 2010, 13h10.

GRÁFICO 39: BALANZA DE SERVICIOS: VIAJES (millones de dólares)



Fuente: BCE.

Elaboración: Propia

Considerando el porcentaje de participación del turismo de las Islas Galápagos, se obtiene que las Islas han aportado USD\$742,96 millones de dólares.

Un estudio de la demanda actual y potencial de Galápagos elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo y la Cámara Provincial de Turismo de Galápagos indica que la estadía promedio de los turistas en las Islas es en promedio de cinco noches, los cuales están divididos en 55% en embarcaciones, 30% en hoteles, 10% en hostales y 5% en casa de amigos⁹⁹.

De acuerdo a la encuesta empleada, los turistas respondieron que en promedio gastan USD\$990 durante su estadía en las Islas, por lo durante los últimos diez años Galápagos ha recibido aproximadamente USD\$1.182.666.870,00.

El estudio de demanda elaborado presenta los siguientes gastos diarios de acuerdo al centro poblado al que visita¹⁰⁰:

⁹⁹ Banco Interamericano de Desarrollo BID, Cámara Provincial de Turismo de Galápagos, *Informe Final sobre la demanda turística actual y potencial en Galápagos*, Ecuador, Marzo 2008, p.34.

¹⁰⁰ *Ibid.*, p 38

TABLA 19: GASTO DIARIO PROMEDIO POR ISLA

Gastos	Pto. Baquerizo Moreno (San Cristóbal)	Pto. Ayora (Santa Cruz)	Villamil (Isabela)	Velasco Ibarra (Floreana)
Gasto promedio diario por turista que visitó la población	USD\$185,89	USD\$289,95	USD\$185,83	USD\$116,52

Fuente: Cámara Provincial de Turismo de Galápagos

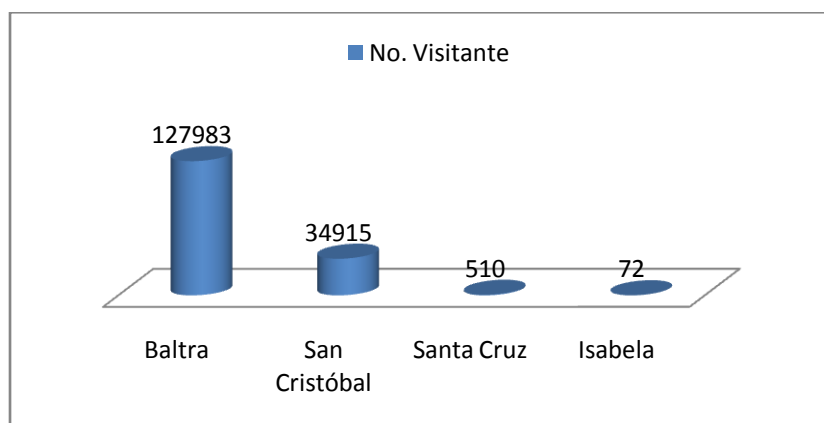
Elaboración: Propia

4.2.5.1.2.1. Ingresos por Turismo en San Cristóbal

A continuación se realizará una estimación de los ingresos por turismo de la Isla San Cristóbal desde la ejecución del proyecto eólico.

Del total de visitantes a las Islas Galápagos, en promedio, el 21,36% visita la Isla San Cristóbal, la cual tuvo año 2007 aproximadamente 34.573 visitantes, en el 2008 recibió a 37.042 turistas y en el 2009 tuvo 34.915 visitas. Finalmente los ingresos aproximados desde octubre de 2007 hasta el 31 de diciembre de 2009 ascendieron a USD\$ 373.591.102,5.

GRÁFICO 40: INGRESO DE VISITANTES POR PUERTO AÑO 2009



Fuente: Cámara Provincial de Turismo de Galápagos

Elaboración: Propia

4.2.5.2. Beneficios y costos indirectos: Externalidades medibles y valorables

El Proyecto Eólico San Cristóbal, a través de la generación de energía limpia, ha generado externalidades positivas para las Islas Galápagos, entre las cuales se encuentra la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero que inciden en el cambio climático.

En el mes de agosto del año 2009, la empresa Eólica San Cristóbal, EOLICSA, suscribió un contrato de compraventa de certificados de reducción de emisiones con la empresa alemana RWE, en el cual se establece que la empresa alemana será la encargada de la comercialización de los certificados de carbono. En dicho contrato se establece que los certificados de carbono emitidos por EOLICSA serán comercializadas en el mercado europeo a través del European Climate Exchange, ECX.

Para el cálculo de las externalidades positivas generadas por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se tomará el promedio del precio SETT de la tonelada de CO₂ desde el 01 de enero de 2009 hasta el 22 de marzo del 2010, el cual asciende a 11,77 euros¹⁰¹.

Desde el mes de octubre de 2007 hasta diciembre de 2009, el proyecto ha evitado la emisión de 5.342 toneladas de CO₂.

$$BSE_t = [\sum W_k \times P_k^*]t$$

$$BSE = 5342 \times (11,17 \times 1,2979)$$

$$BSE = \text{USD\$81.605,90}$$

4.2.6. VAN Social

$$VAN_{social} = \frac{\sum BP_{precios sociales} + \sum Externalidades + \sum Intangibles}{(1+r)^n}$$

Beneficio a precios sociales	\$1.688.645,04
Externalidades: beneficios indirectos turismo	\$373.591.102,50
Externalidades: disminución de CO ₂	\$81.605,90

$$VAN_{social} = \frac{\$2.695.334,78 + \$373.591.102,50 + \$81.605,90}{(1 + 0,12)^{20}}$$

$$VAN_{social} = \text{USD\$ 39.044.847,54}$$

¹⁰¹ El tipo de cambio del euro con relación al dólar empleada es de 1.2979, <http://www.bloomberg.com/markets/currencies/>, lunes 26 de julio de 2010, 11h00.

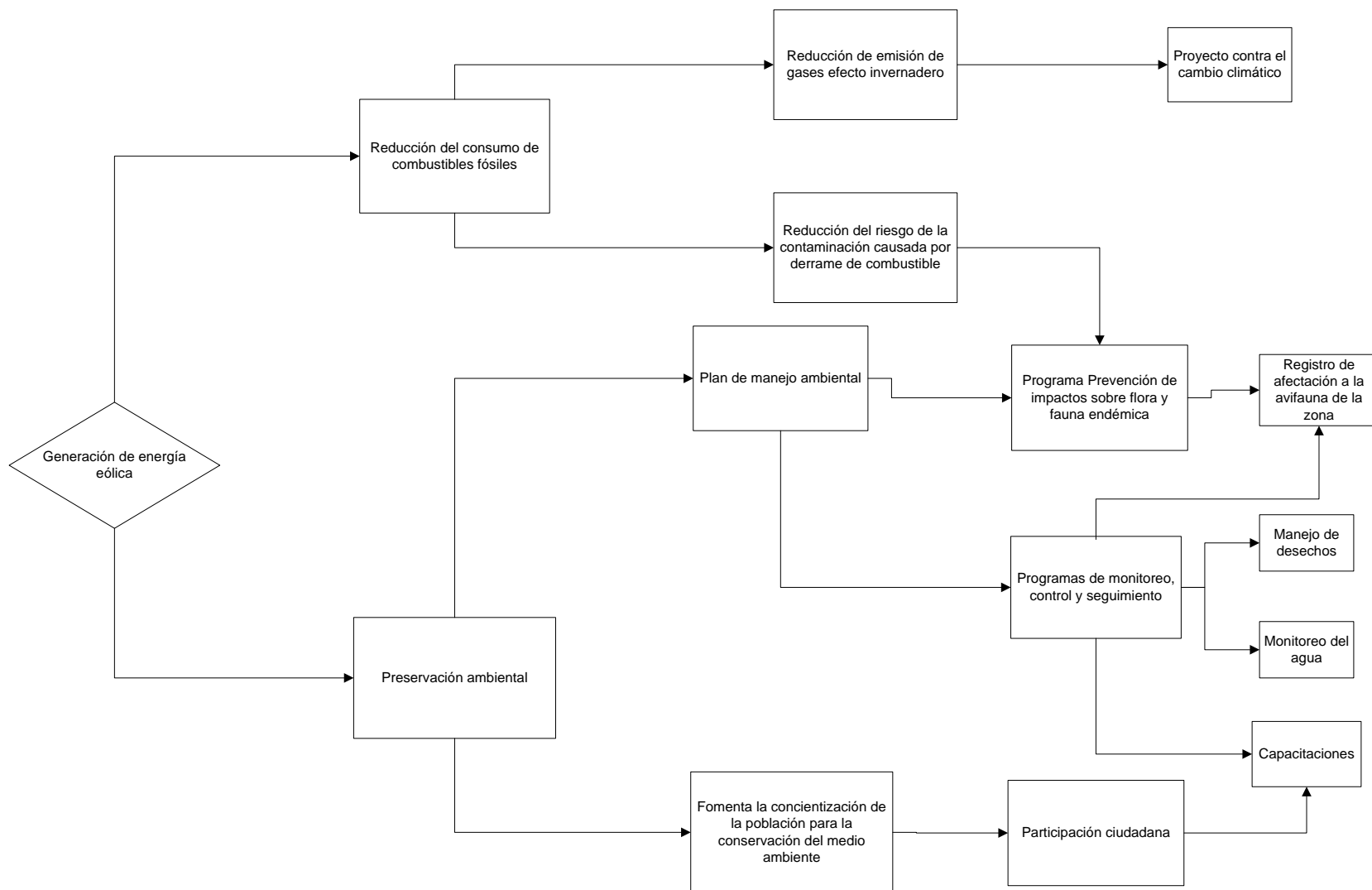
CAPÍTULO V

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL

5.1. Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental no se realizarán análisis separados de cada uno de los escenarios A y B antes empleados, toda vez que los dos escenarios contemplan los recursos necesarios para afrontar las obligaciones ambientales señaladas contractualmente.

5.1.1. Encadenamiento de Efectos



Elaboración: Propia

5.1.2. Matriz de Leopold

El estudio de pre-factibilidad de UNDP definió el Cerro San Joaquín como el mejor sitio para el parque eólico. Sin embargo se detectaron nidos de petreles (un ave en extinción) en San Joaquín. El Fondo e7, PNG y C. Darwin investigaron durante el año 2002 y 2004 sitios alternativos, determinando como sitios elegibles al cerro Santo Tomás y al cerro El Niño, éste último fue definido por el Parque Nacional Galápagos como el sitio más adecuado para el desarrollo del proyecto eólico.

La matriz de Leopold presentada a continuación fue elaborada en base a la realizada en el estudio de Factibilidad del Proyecto Eólico Baltra- Santa Cruz. La misma está separada en tres etapas: transporte de todos los insumos necesarios para la construcción del parque eólico, etapa de construcción y finalmente de operación. En cada una de ellas se determinará su impacto con la naturaleza, el cual podrá ser leve, moderado, perjudicial, severo o crítico.

			FACTORES Y COMPONENTES AMBIENTALES														
			MEDIO FÍSICO						MEDIO BIOLÓGICO				EVALUACIÓN				
			AIRE			SUELO			FLORA		FAUNA						
			Calidad del Aire	Clima	Temperatura	Tasa de erosión	Estructura	Fertilidad	Estructura y composición	Habitat	Especies en extinción	Variedad de especies	Habitat	Especies en extinción			
TRANSPORTE		Equipo y maquinaria		M	L	L				L	L	L			Leve		
CONSTRUCCIÓN	Preparación	Movimiento de tierras		M	L	M	P	P	P	M	M	L	M	M	M	Moderado	
	Obras civiles	Adecuación de vías y plataformas		L	L	L	L	M	P		L		L	M		Moderado	
		Cimentación de torres			L	L	P	M	P	M	M	L	L	M	L	Moderado	
	Instalación	Aerogeneradores			L	M								L	L	L	Leve
OPERACIÓN		Producción de energía				M			L				M	L		Moderado	
		Mantenimiento		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Leve	

IMPACTO	M	L	M	M	M	M	M	L	L	M	M	M	Moderado
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Donde:

L	LEVE
M	MODERADO
P	PERJUDICIAL
S	SEVERO
C	CRITICO

Fuente: MEER, ERGAL. Estudio de Factibilidad Proyecto Eólico Baltra- Santa Cruz.
Elaboración: Propia

- **Etapas 1: transporte equipo y maquinaria**

Para la construcción de parque eólico fue necesario el transporte de las torres aerogeneradoras, de los equipos de la torre de control, paneles solares, etc.

- Aire: Los efectos ambientales del transporte de la maquinaria antes descrita y del empleo de vehículos en la calidad del aire es moderada debido a la emisión de smog de los tráileres y camiones empleados. La incidencia del transporte en el clima y en la temperatura fue leve ya que se controlaron los números de viajes realizados por los vehículos, realizando el mínimo necesario.
- Flora: la incidencia del transporte en el hábitat de la flora fue leve ya que se emplearon los caminos y vías existentes. De igual manera, las especies en extinción fueron levemente afectadas, especialmente en el Cerro Tropezón, lugar en el que fueron colocadas las torres aerogeneradoras.
- Fauna: las especies en extinción fueron levemente afectadas ya que durante los estudios de pre factibilidad se realizaron estudios en los cuales se determinó el lugar que menos incidencia tenga en los animales, especialmente en los murciélagos y en los petreles.

- **Etapas 2: Construcción**

- Movimiento de tierras:
 - Aire: tuvo un impacto moderado en la calidad de aire, leve en el clima y moderado en la temperatura.
 - Suelo: el movimiento de tierras para la construcción del parque eólico tuvo una incidencia perjudicial en la tasa de erosión, así como en la estructura y en la fertilidad de la tierra.
 - Flora: tuvo un impacto moderado en la estructura y composición de la flora, así como en su hábitat. Sin embargo, tuvo una incidencia leve en las especies en extinción.
 - Fauna: esta primera etapa del proceso de construcción tuvo consecuencias moderadas en cuanto a la variedad de especies, en el hábitat de las mismas y en las especies en extinción gracias al programa de protección especialmente de petreles, llevado a cabo por la estación Charles Darwin.
- Adecuación de vías y plataformas:
 - Aire: tuvo un impacto leve en la calidad de aire, en el clima y en la temperatura.

- Suelo: la adecuación de vías y plataformas para la construcción del parque eólico tuvo una incidencia leve en la tasa de erosión, moderada la estructura y perjudicial en la fertilidad de la tierra.
 - Flora: tuvo un impacto leve en el hábitat.
 - Fauna: tuvo consecuencias leves en cuanto a la variedad de especies y moderado en el hábitat de las mismas.
- Cimentación de torres:
 - Aire: tuvo un efecto leve en el clima y en la temperatura del ambiente.
 - Suelo: la cimentación de torres tuvo una incidencia perjudicial en la tasa de erosión, moderada en la estructura y perjudicial en la fertilidad del suelo.
 - Flora: tuvo un impacto moderado en la estructura y composición de la flora, así como en su hábitat. Sin embargo, tuvo una incidencia leve en las especies en extinción.
 - Fauna: tuvo consecuencias leves en cuanto a la variedad de especies, moderada en el hábitat de las mismas y leve en las especies en extinción gracias al continuo monitoreo llevado a cabo por la estación Charles Darwin.
- Instalación de los aerogeneradores:
 - Aire: tuvo un efecto leve en el clima y moderado en la temperatura del ambiente
 - Fauna: tuvo consecuencias leves en cuanto a la variedad de especies, en el hábitat y en las especies en extinción.
- Etapa 3: operación
 - Producción de energía
 - Aire: la producción de energía incide moderadamente en la temperatura del ambiente.
 - Suelo: se ha tenido impactos leves con respecto a la fertilidad de la tierra.
 - Fauna: el impacto ambiental con relación a la fauna ha sido moderado y está en constante monitoreo. El hábitat de los animales ha sido levemente afectado. Los reportes presentados por EOLICSA presentan que no ha existido afectación alguna a las especies en extinción.

- Mantenimiento: toda vez que este último paso se lo lleva a cabo con expertos del más alto nivel y con los cuidados y exigencias del Parque Nacional Galápagos, el aire, el suelo, la flora y fauna endémicos han tenido un impacto leve.

El Proyecto Eólico San Cristóbal es un ambientalmente sostenible ya que luego de realizar el análisis de cada uno de sus componentes, se logró determinar que su impacto sobre el medio ambiente de la Isla San Cristóbal es moderado. Sin embargo se debe continuar con los controles periódicos especialmente en la flora y fauna de la zona.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. RESULTADOS

Hipótesis 1: El beneficio financiero, social y ambiental obtenido a través de la energía eólica para la generación de electricidad en la Isla de San Cristóbal es superior los costos incurridos en la generación de energía térmica.

Esta hipótesis se acepta, ya que tras el estudio realizado se ha demostrado que para el escenario B el proyecto es factible toda vez que el valor actual neto es positivo. En el ámbito social, el proyecto de generación eólica tiene beneficios positivos y a precios sociales, el valor actual neto es considerablemente superior al obtenido en el análisis financiero. Adicionalmente se debe considerar las externalidades positivas que genera el proyecto ya que favorece a la preservación de la flora y fauna de las Islas Galápagos al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que atentan contra la vida de plantas y animales únicos en el mundo. En el ámbito ambiental, el proyecto favorece a la reducción del consumo de diesel dos eléctrico para la generación de energía. Consecuentemente disminuye el riesgo de la contaminación causada por los derrames de crudo en el océano, cuyo efecto adverso tiene costos considerablemente elevados en cuanto a limpieza, mas no se puede poner un valor a las especies que no sobreviven a este tipo de atentados. Finalmente, el proyecto eólico favorece a la preservación ambiental a través del plan de manejo que incluye a la compañía EOLICS.A. y fomenta la concientización de la población para la conservación del medio ambiente, siendo la participación ciudadana el pilar fundamental para la preservación del patrimonio natural.

Hipótesis 2: La reducción de gases de efecto invernadero, obtenida a través de la sustitución de energía térmica por energía eólica, y la comercialización de certificados de carbono en el mercado internacional, son la principal fuente de autofinanciamiento del Proyecto Eólico San Cristóbal.

Esta hipótesis se rechaza ya que a través de los resultados obtenidos en la investigación, la principal fuente de financiamiento del Proyecto Eólico San Cristóbal la constituyeron las donaciones recibidas por los diferentes actores. La segunda fuente de financiamiento en orden de importancia es la venta de energía a la Empresa Eléctrica Galápagos y en tercer lugar se encuentra la comercialización de certificados

de carbono, que hasta el año 2009 podría contribuir al Proyecto con USD\$ 81.605,90 al evitar la emisión de 5.342 toneladas de CO₂.

Es necesario que las condiciones de viento mejoren para que el Parque Eólico pueda generar más energía y de esta manera la reducción de toneladas de CO₂ sea aún más significativa para que la empresa encargada de la negación de los bonos de carbono tenga un mayor poder de negociación. De esta manera se concientizará aún más a quienes están interesados en adquirir los certificados y podrá lograrse un incremento en el precio de los mismos.

6.2. CONCLUSIONES

- Desde el inicio de operación del Proyecto Eólico San Cristóbal hasta el mes de diciembre del año 2009, se ha generado 6.677.296 kWh y se ha facturado por concepto de venta de energía USD\$856.329, que representa el 87% del valor pronosticado.
- Entre el año 2007 y 2009, la Empresa Eléctrica Galápagos ha distribuido 19.350.750 kWh a la población, del cual el 34,5% ha sido generado a través del parque eólico. Consecuentemente se puede concluir que no se ha logrado el objetivo de sustituir el cincuenta por ciento de la energía generada a base de combustibles fósiles.
- La generación de energía eólica ha contribuido a evitar que cinco mil trescientas cuarenta y dos toneladas de dióxido de carbono sean emanadas a la atmósfera.
- En el año 2009, gracias a la ejecución del proyecto eólico, Petrocomercial ha entregado trescientos quince mil cuatrocientos galones de diesel dos eléctrico menos que en el año 2006, con los cuales se ha disminuido el riesgo de derrame de combustible en el océano.
- Bajo el escenario A, el valor actual neto del proyecto es negativo de menos USD\$ 1.119.849,49 y la tasa interna de retorno es del 22%. Se concluye una vez que culmine la vida útil del equipo y maquinaria, el proyecto no podrá amortizar el valor del mismo, por lo que no será posible reponer el equipo y maquinaria. A partir del año 2027, estará en riesgo la provisión de energía limpia en la Isla San Cristóbal.

- Bajo el escenario B, situación real del proyecto en la que no se aprovisiona el valor equivalente a la depreciación de la maquinaria, el valor actual neto es positivo y asciende a USD\$ 664.147,49. El proyecto podrá contar con los recursos necesarios para el mantenimiento de los equipos, para el fondo de protección de petreles y para el desmantelamiento del parque eólico al final de la vida útil. En este escenario no existe una tasa interna de retorno que haga que el valor actual neto sea igual a cero, toda vez que no se contempla la devolución de las inversiones.
- Un estudio realizado por la Cámara Provincial de Galápagos ha demostrado que de extinguirse la flora y fauna de las Islas Encantadas, el 75% de los turistas no considerarían visitarlas. Por esta razón, iniciativas de conservación ambiental tales como el Parque Eólico San Cristóbal, garantizarán la mayor fuente de ingreso de la población de Galápagos.
- A finales del mes de julio del año 2010, la UNESCO reconoció públicamente las acciones realizadas por el gobierno ecuatoriano para la preservación de las Islas Galápagos y las retiró su calificación de patrimonio natural en riesgo.
- Con las condiciones necesarias de viento, a largo plazo el parque eólico podrá llegar a sustituir en más del 50% la generación de energía térmica por energía limpia amigable con el medio ambiente. Estos resultados favorecedores podrá atraer mayor inversión, extranjera y nacional, lo cual facilitará a la Empresa Eléctrica Galápagos, quien será dueña del proyecto a partir del 2014, a reemplazar la maquinaria que cumpla su vida útil y de esta manera dotar a la Isla San Cristóbal de electricidad renovable a través de tiempo.
- La gran gestión realizada por EOLICSA, sumada a los resultados alentadores de generación de energía, han sido factores determinantes para fomentar la construcción de nuevos parque eólicos, como el que se iniciará a construir en la Isla Baltra.
- Para la realización del Proyecto Eólico San Cristóbal fue necesaria la unificación de esfuerzos nacionales e internacionales y de un arduo proceso de negociación y coordinación entre todos los agentes que participaron, obteniendo como resultado el primer parque eólico de las Islas Galápagos, que representa el primer gran esfuerzo de la comunidad nacional e internacional para la sustitución de combustibles fósiles en las Islas Encantadas.
- El objetivo determinado por el gobierno ecuatoriano de eliminar los combustibles fósiles en las Islas Galápagos, acompañado de una institucionalidad adecuada, ha facilitado que proyectos amigables con la

naturaleza se proliferen en las Islas. Adicionalmente ha obtenido la atención de la población mundial, quien está dispuesta a colaborar, ya sea vía donaciones, inversión o turismo, en la conservación de la flora y fauna endémica de Galápagos.

6.3. RECOMENDACIONES

- Toda vez que la prestación del servicio eléctrico es de vital importancia, se debe identificar fuentes de financiamiento alternativas que contribuyan para la reposición de la maquinaria y de esta manera fomentar la sustentabilidad de la prestación del servicio de energía limpia a la población. Entre las alternativas presentadas se encuentra: aportaciones adicionales del Estado, reajuste de las tarifas para que se cubra el costo total incurrido, donaciones, etc.
- La generación renovable es altamente vulnerable a factores exógenos. Por esta razón se debe controlar el incremento de la demanda de energía a través de un mayor control migratorio y la restricción de vivienda para nuevas personas que quieran erradicarse en las Islas.
- El Gobierno ecuatoriano deberá generar los incentivos necesarios para atraer la inversión extranjera y donaciones que permitan la proliferación de proyectos ambientales para erradicar en un 100% la existencia de combustibles fósiles empleados en el transporte marítimo y terrestre.
- La empresa RWE encargada de la venta de los certificados de emisión CER's deberá negociarlos de tal manera que se concientice al comprador de que está contribuyendo a la sostenibilidad de un proyecto que busca preservar el tesoro existente en las Islas Galápagos y que es deber de todos los habitantes del mundo colaborar en la conservación de los patrimonios naturales del mundo.
- El gobierno ecuatoriano deberá designar a un grupo de negociadores especialmente para los proyectos a realizarse en las Islas Galápagos. Se los deberá capacitar de tal manera que conozcan a fondo el patrimonio natural y puedan lograr captar la atención de organismos internacionales. Para esto se deberá continuar fortaleciendo las leyes e instituciones para que no se entorpezcan los procesos. Los proyectos de esta naturaleza deberían contemplar en sus estudios de factibilidad todos los recursos económicos necesarios no solo para su construcción y ejecución, sino para su reposición y de esta manera garantizar o contribuir a su sostenibilidad.

- Es importante crear mecanismos para salvaguardar los patrimonios naturales de la humanidad, creando conciencia en la población mundial que la conservación de las Islas Galápagos es tarea de todos.
- Se deben realizar alianzas estratégicas con los gobiernos de los países Anexo 1 del Protocolo de Kyoto, y de esta manera incrementar las fuentes de financiamiento para la ejecución de nuevos proyectos y para el mantenimiento de los ya existentes.
- El Proyecto Eólico San Cristóbal fue un proyecto costoso toda vez que el total de sus componentes fueron importados desde España, incrementando el precio de la maquinaria gracias al transporte empleado. Es por esta razón que en el Ecuador se debería promover a la investigación de nuevas tecnologías, que reemplacen la importación de maquinarias costosas, con lo cual, los recursos donados por empresas extranjeras podrían quedarse dentro del país. Adicionalmente esta sería una gran oportunidad para incrementar los niveles de empleo en el Ecuador.
- Es importante que la Academia concientice sobre la importancia de la investigación en tecnología. Para ello debe apoyar a la generación de nuevas carreras profesionales en las cuales se enfatice en el estudio, desarrollo y ejecución de proyectos que generen energías alternativas.
- Una vez que culmine la vida útil del parque eólico y se desarmen las torres aerogeneradoras, se podrá trasladar la maquinaria al Ecuador Continental para instalarlas en un nuevo proyecto de generación eólica. Para ello será necesario un adecuado mantenimiento de cada uno de los componentes del parque eólico y el remplazo de alguno de ellos si es requerido. Este traslado contribuirá a la generación de energía renovable dentro del territorio nacional con un costo significativamente menor. Solamente se deberá incurrir en los costos de instalación de las torres aerogeneradoras. Es importante que de considerarse esta alternativa, se inicien los estudios de factibilidad del proyecto para determinar el lugar más idóneo para la instalación de la maquinaria.
- Es importante que el Ecuador en su conjunto emplee una visión a futuro en el diseño de cada uno de los proyectos energéticos a ejecutarse. Para ello es de vital importancia que se realice una adecuada planificación que permita que el empleo de recursos sea más eficiente y equitativo. Estos proyectos deberán ser concebidos de tal manera que satisfagan las necesidades básicas de la población actual y sobretodo futura, sin poner en riesgo el patrimonio nacional que se heredará a las generaciones venideras.

- Para el adecuado funcionamiento de los proyectos de energía renovable, los cuales son altamente influenciados por factores externos, es inminente la concientización mundial para la conservación del planeta. En el caso de la energía eólica, la contaminación ambiental en cualquier país del mundo afecta directamente a la generación de viento ya que se ha confirmado que los niveles de viento pronosticados en base a la generación histórica no ha sido la misma debido a las precipitaciones existentes debido a los trastornos ambientales generados por el abuso de la población mundial. Esta concientización parte de cada uno de nosotros y debe ser un compromiso individual apoyado con los acuerdos internacionales que deben ser respetados.
- El proceso de obtención de permisos ambientales y licencias para la aprobación del Proyecto Eólico San Cristóbal tuvo una duración demasiado larga debido a la falta de conocimiento de quienes realizaron las aprobaciones. Es necesario que el Ecuador cuente con un sistema eficiente para la aprobación de permisos y licencias ambientales que no entorpezcan los procesos sino que fomenten y atraigan la atención de la inversión en proyectos renovables. Para ello se debe contar con una mayor capacitación del recurso humano y de una institucionalidad adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, CEPEP, *Apuntes sobre la evaluación social de proyectos*, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C, segunda edición, 2004.

COHEN, Ernesto; FRANCO, Rolando, *Evaluación de Proyectos Sociales*, Siglo Veintiuno Editores, séptima edición, México, 2006.

FONTAINE, Ernesto, *Evaluación Social de Proyectos*, Editorial Pearson, décimo tercera edición, México, 2008.

HERNANDEZ HERNANDEZ, Abraham; HERNANDEZ VILLALOBOS, Abraham; HERNANDEZ SUAREZ, Alejandro, *Formulación y evaluación de proyectos de Inversión*, 5ta edición.

JORDAN FLORES, Karen; GODOY PACALLA, Jimmy, Tesis de Grado: *Proyecto para la construcción de una unidad educativa y su evaluación social del recinto Cañaverel de Adentro, Provincia de Los Ríos, Cantón Babahoyo, Parroquia Caracol*, Ecuador, 2008.

MIRANDA, Juan José, *Gestión de Proyectos, Identificación-Formulación, Evaluación Financiera-económica, social y ambiental*, MM Editores, cuarta edición, Colombia, 2002.

MORA ZAMBRANO, Armando, *Matemáticas Financieras*, Alfaomega, segunda edición, México, 2006.

Publicaciones:

ACQUATELLA, Jean, *Racionalidad Económica de los mecanismos de flexibilidad en el marco del protocolo de Kyoto*. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. CEPAL. Santiago de Chile, diciembre de 2000.

Banco Interamericano de Desarrollo BID, Cámara Provincial de Turismo de Galápagos, *Informe Final sobre la demanda turística actual y potencial en Galápagos*, Puerto Ayora, Santa Cruz, Islas Galápagos, Ecuador, Marzo 2008.

CARRIÓN GONZÁLEZ, Carlos, *Estudio de previsión de la demanda de energía en las Islas Galápagos: Escenarios socioeconómicos*, ERGAL, octubre 2007.

CEPAL:

CONTRERAS, Eduardo, *Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica*, Chile, diciembre 2004, N° 37.

NAVARRO, Hugo, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, *El uso de indicadores socioeconómicos en la formulación y evaluación de proyectos sociales*, Chile, 2001, N°15.

CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2009-2020

FUNDACIÓN CHARLES DARWIN PARA LAS ISLAS GALÁPAGOS , “Impactos Biológicos del Derrame del Jessica en los Ambientes de Galápagos”, abril 2002

INEC

Censo de Población y Vivienda, Fascículo de Galápagos, 2006

Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según regiones, provincias y sexo, periodo 2001-2010.

MEIXUEIRO, Javier; PEREZ, Marco, “*Metodología para la Evaluación Social de Proyecto*”s, CEPEP, México, noviembre 2008.

MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE Y PNUD, “*Parque Eólico Santa Cruz-Balra: factibilidad técnica y alternativas*”, Quito- Puerto Ayora, octubre 2007.

NORIEGA, Marcela, “El Otro lado del Paraíso”, Revista Gestión, #182, agosto 2009
Proyecto Eólico San Cristóbal, “Presentación Proyecto Eólico-Solar San Cristóbal; energía en acción.”

Web

CONELC, Proyecto Eólico San Cristóbal,
<http://www.conelec.gov.ec/contenidos2.php?id=335&tipo=5&idiom=1>

GREENPEACE, ¿Qué es el Protocolo de Kyoto?,
<http://archivo.greenpeace.org/Clima/situacion-kioto.htm>

La Matriz de Leopold para la evaluación del Impacto Ambiental,
http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html

Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental,
<http://www.google.com.ec/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=2&ved=0CAoQFjAB&url=http%3A%2F%2Ftarwi.lamolina.edu.pe%2F~tvelasquez%2FSEMANA%25205.doc&rct=j&q=metodo+de+leopold&ei=13wgS5mREJSWtgfU2ZzXBw&usg=AFQjCNHG5zS4yP52qzBjTtekEz5wKqxRpw>

Naciones Unidas, *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*,
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Petrocomercial, Informes Estadísticos, Despachos Anuales a Nivel Nacional,
http://www.petrocomercial.com/wps/documentos/Control_de_Gestion/InformesEstadisticos/DespachosAnualesANivelNacional.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO EÓLICO SAN CRISTÓBAL

COSTOS DIRECTOS		
PROVEEDOR	CONCEPTO	TOTAL CANCELADO
Equipos, Torres y Turbinas		
MADE	Estudios	\$15.000,00
	Carta de Importación	\$2.654.550,00
	Pagos Directos PNUD	\$707.880,00
	Facturas a cancelar por el Fideicomiso	\$200.997,00
	TOTAL MADE	\$3.578.427,00
Instalaciones Eléctricas		
ELECDOR	Línea de Transmisión	\$271.026,39
	TOTAL ELECDOR	\$271.026,39
Estructuras, Obra civil y Equipos		
SANTOS CMI	Estudios Preliminares	\$178.172,15
	Conservación Medio Ambiente	\$1.389.646,74
	Licencias y Permisos de Fundionamiento	\$3.720.794,66
	TOTAL SANTOS CMI	\$5.288.613,55
TOTAL COSOS DIRECTOS		\$9.138.066,94
COSTOS INDIRECTOS		
	CONCEPTO	TOTAL CANCELADO
	Conservación Medio Ambiente	\$59.965,00
	Licencias y Permisos de Funcionamiento	\$37.954,29
	Publicidad	\$12.535,00
	Pólizas de Seguros	\$3.945,75
	Costos Emisión Carta de Crédito	\$36.650,67
	Gastos Legales Bustamante & Bustamante	\$2.698,50
	Cesión de Acciones	\$1,00
	Honorarios Dirección del Proyecto PNUD	\$530.063,95
	Costos TECHNOLOGY INSIGHTS	\$20.484,78
	Otros Costos de Construcción	\$8.897,17
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		\$713.196,11
TOTAL COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PROYECTO		\$9.851.263,05

Elaboración: Propia

ANEXO 2
GASTOS ADMINISTRATIVOS 2005-2009

Gastos Administrativos	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL
Honorarios de la Fiduciaria	\$2.688,00	\$17.250,00	\$19.680,00	\$20.148,00	\$10.752,00	\$70.518,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$8.080,00	\$43.712,08	\$5.620,90	\$0,00	\$57.412,98
Suministros de oficina	\$71,31	\$566,72	\$1.368,93	\$90,00	\$0,00	\$2.096,96
Gastos legales B&B	\$6.974,24	\$18.860,34	\$15.368,52	\$5.527,87	\$0,00	\$46.730,97
Gastos Notariales	\$1.680,00	\$11.906,61	\$6.930,00	\$4.668,32	\$0,00	\$25.184,93
Gasto de Traducciones	\$2.411,36	\$1.448,78	\$0,00	\$0,00	\$360,73	\$4.220,87
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$1.019,20	\$1.750,00	\$0,00	\$2.769,20
Auditoría Externa	\$0,00	\$1.000,00	\$1.368,40	\$3.127,00	\$3.634,40	\$9.129,80
Contribuciones	\$0,00	\$1.547,20	\$2.511,00	\$645,19	\$0,00	\$4.703,39
Gastos Bancarios	\$44,81	\$297,28	\$227,84	\$114,71	\$120,04	\$804,68
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.077,69	\$0,00	\$1.077,69
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58
Publicaciones/ Correspondencia	\$453,38	\$152,24	\$0,00	\$0,00	\$34,03	\$639,65
Gastos viáticos, hospedaje	\$0,00	\$0,00	\$5.228,30	\$778,15	\$1.198,68	\$7.205,13
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62
Conservación Medio Ambiente	\$0,00	\$0,00	\$26.600,80	\$1.855,47	\$42.820,33	\$71.276,60
Gasto repuestos y materiales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$60.637,42	\$79.805,71	\$140.443,13
Donaciones	\$0,00	\$15.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$15.000,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$750,00	\$256,88	\$0,00	\$1.006,88
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$11,70	\$0,00	\$11,70
Gastos EOLICSA	\$2.397,79	\$1.910,83	\$16.213,80	\$0,00	\$0,00	\$20.522,42
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$2.000,00	\$3.479,60	\$1.942,27	\$7.421,87
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$17.735,28	\$431.652,11	\$449.387,39
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$500.000,00	\$500.000,00
Costo de Ventas EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$4.856,51	\$4.856,51	\$5.074,57	\$14.787,59
Gastos Operacionales EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$574.258,44	\$713.053,00	\$1.287.311,44
	\$18.725,89	\$80.026,00	\$169.311,58	\$708.647,13	\$1.074.329,30	\$2.759.132,47

Elaboración: Propia

ANEXO 3
GASTOS ADMINISTRATIVOS ESCENARIO A (2005-2027)

Gastos Administrativos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Honorarios de la Fiduciaria	\$2.688,00	\$17.250,00	\$19.680,00	\$20.148,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$8.080,00	\$43.712,08	\$5.620,90	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Suministros de oficina	\$71,31	\$566,72	\$1.368,93	\$90,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos legales B&B	\$6.974,24	\$18.860,34	\$15.368,52	\$5.527,87	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Notariales	\$1.680,00	\$11.906,61	\$6.930,00	\$4.668,32	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto de Traducciones	\$2.411,36	\$1.448,78	\$0,00	\$0,00	\$360,73	\$0,00	\$0,00
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$1.019,20	\$1.750,00	\$0,00		
Auditoría Externa	\$0,00	\$1.000,00	\$1.368,40	\$3.127,00	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40
Contribuciones	\$0,00	\$1.547,20	\$2.511,00	\$645,19	\$0,00		
Gastos Bancarios	\$44,81	\$297,28	\$227,84	\$114,71	\$120,04	\$189,97	\$163,14
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.077,69	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicaciones/ Correspondencia	\$453,38	\$152,24	\$0,00	\$0,00	\$34,03		
Gastos viáticos, hospedaje	\$0,00	\$0,00	\$5.228,30	\$778,15	\$1.198,68	\$2.000,00	\$2.000,00
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62	\$0,00	\$0,00		
Conservación Medio Ambiente	\$0,00	\$0,00	\$26.600,80	\$1.855,47	\$42.820,33	\$16.395,49	\$16.395,49
Gasto repuestos y materiales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$60.637,42	\$79.805,71	\$51.378,16	\$54.746,95
Donaciones	\$0,00	\$15.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$750,00	\$256,88	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$11,70	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos EOLICSA	\$2.397,79	\$1.910,83	\$16.213,80	\$0,00	\$0,00		
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$2.000,00	\$3.479,60	\$1.942,27		
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$17.735,28	\$431.652,11		
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$500.000,00	\$55.692,25	

Elaboración: Propia

Gastos Operacionales EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$36.950,04	\$574.258,44	\$713.053,00	\$617.117,38	\$616.600,58
	\$16.720,89	\$78.020,00	\$199.398,11	\$701.782,62	\$1.785.373,30	\$757.159,65	\$704.292,56
Elaboración: Propia							
Gastos Administrativos	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Honorarios de la Fiduciaria	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Suministros de oficina	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos legales B&B	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Notariales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto de Traducciones<	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Auditoría Externa	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40
Contribuciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Bancarios	\$146,96	\$155,03	\$163,77	\$157,23	\$155,75	\$157,94	\$158,67
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicaciones/ Correspondencia	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos viáticos, hospedaje	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Conservación Medio Ambiente	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49

Gasto repuestos y materiales	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95
Donaciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Operacionales EOLICSA	\$616.600,58	\$611.556,38	\$611.556,38	\$611.556,38	\$611.556,38	\$611.556,38	\$611.178,45
	\$704.276,39	\$699.240,25	\$699.249,00	\$699.242,45	\$699.240,97	\$699.243,17	\$698.865,96

Elaboración: Propia

Gastos Administrativos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
Honorarios de la Fiduciaria	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$264.054,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$57.412,98
Suministros de oficina	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.096,96
Gastos legales B&B	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$46.730,97
Gastos Notariales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$25.184,93
Gasto de Traducciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.220,87
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.769,20
Auditoría Externa	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$74.549,00
Contribuciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.703,39
Gastos Bancarios	\$157,40	\$157,44	\$157,86	\$157,84	\$157,64	\$157,70	\$157,76	\$157,73	\$157,71	\$3.672,23
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.077,69

Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58
Publicaciones/ Correspondencia	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$639,65
Gastos viáticos, hospedaje	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$43.205,13
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62
Conservación Medio Ambiente	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$366.395,42
Gasto repuestos y materiales	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$54.746,95	\$1.122.519,44
Donaciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$15.000,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.006,88
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$11,70
Gastos EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$20.522,42
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$7.421,87
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$449.387,39
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$555.692,25
Gastos Operacionales EOLICSA	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$611.178,45	\$12.344.146,44
	\$698.864,69	\$698.864,73	\$698.865,15	\$698.865,13	\$698.864,93	\$698.864,99	\$698.865,05	\$698.865,02	\$698.865,00	\$15.431.890,01

Elaboración: Propia

ANEXO 4
GASTOS ADMINISTRATIVOS ESCENARIO B (2005-2027)

Gastos Administrativos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Honorarios de la Fiduciaria	\$2.688,00	\$17.250,00	\$19.680,00	\$20.148,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$8.080,00	\$43.712,08	\$5.620,90	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Suministros de oficina	\$71,31	\$566,72	\$1.368,93	\$90,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos legales B&B	\$6.974,24	\$18.860,34	\$15.368,52	\$5.527,87	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Notariales	\$1.680,00	\$11.906,61	\$6.930,00	\$4.668,32	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto de Traducciones	\$2.411,36	\$1.448,78	\$0,00	\$0,00	\$360,73	\$0,00	\$0,00
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$1.019,20	\$1.750,00	\$0,00		
Auditoría Externa	\$0,00	\$1.000,00	\$1.368,40	\$3.127,00	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40
Contribuciones	\$0,00	\$1.547,20	\$2.511,00	\$645,19	\$0,00		
Gastos Bancarios	\$44,81	\$297,28	\$227,84	\$114,71	\$120,04	\$189,97	\$163,14
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.077,69	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicaciones/ Correspondencia	\$453,38	\$152,24	\$0,00	\$0,00	\$34,03		
Gastos viáticos, hospedaje	\$0,00	\$0,00	\$5.228,30	\$778,15	\$1.198,68	\$2.000,00	\$2.000,00
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62	\$0,00	\$0,00		
Conservación Medio Ambiente	\$0,00	\$0,00	\$26.600,80	\$1.855,47	\$42.820,33	\$16.395,49	\$16.395,49
Gasto repuestos y materiales	\$0,00	\$0,00	\$39.213,90	\$60.637,42	\$79.805,71	\$48.255,47	\$48.255,47
Donaciones	\$0,00	\$15.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$750,00	\$256,88	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$11,70	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos EOLICSA reg Fid.	\$2.397,79	\$1.910,83	\$16.213,80	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$2.000,00	\$3.479,60	\$1.942,27	\$0,00	\$0,00
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$17.735,28	\$431.652,11	\$0,00	\$0,00
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$500.000,00	\$55.692,25	
Gastos Operacionales EOLICSA	\$0,00	\$0,00	\$36.950,04	\$155.963,00	\$296.040,82	\$236.149,40	\$246.752,50
	\$16.720,89	\$78.020,00	\$238.612,01	\$283.487,18	\$1.368.361,12	\$373.068,97	\$327.953,00

Elaboración: Propia

Gastos Administrativos	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Honorarios de la Fiduciaria	\$10.752,00	\$10.752,00	\$10.752,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Suministros de oficina	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos legales B&B	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Notariales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto de Traducciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicidad							
Auditoría Externa	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40
Contribuciones							
Gastos Bancarios	\$146,96	\$155,03	\$163,77	\$157,23	\$155,75	\$157,94	\$158,67
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Publicaciones/ Correspondencia	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos viáticos, hospedaje	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Conservación Medio Ambiente	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49
Gasto repuestos y materiales	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47
Donaciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00

Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos EOLICSA reg Fid.	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Gastos Operacionales EOLICSA	\$257.831,69	\$269.408,33	\$281.504,77	\$294.144,33	\$307.351,41	\$321.151,49	\$335.571,19
	\$339.016,02	\$350.600,72	\$362.705,90	\$364.586,92	\$377.792,52	\$391.594,80	\$406.015,23

Elaboración: Propia

Gastos Administrativos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
Honorarios de la Fiduciaria	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$124.278,00
Honorarios Profesionales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$57.412,98
Suministros de oficina	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.096,96
Gastos legales B&B	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$46.730,97
Gastos Notariales	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$25.184,93
Gasto de Traducciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.220,87
Publicidad	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.769,20
Auditoría Externa	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$3.634,40	\$74.549,00
Contribuciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4.703,39
Gastos Bancarios	\$157,40	\$157,44	\$157,86	\$157,84	\$157,64	\$157,70	\$157,76	\$157,73	\$157,71	\$3.672,23
Gasto Impuestos	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.077,69
Costos Financiamiento carta de crédito	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$17.404,58

Publicaciones/ Correspondencia	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$639,65
Gastos viáticos, hospedaje	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$43.205,13
Seguros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.064,62
Conservación Medio Ambiente	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$16.395,49	\$366.395,42
Gasto repuestos y materiales	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$48.255,47	\$1.048.255,49
Donaciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$15.000,00
Movilización	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.006,88
Comisiones por inversiones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$11,70
Gastos EOLICSA reg Fid.	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$20.522,42
Gasto no deducible	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$7.421,87
Pérdida revalorización de acciones	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$449.387,39
Gastos de Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$555.692,25
Gastos Operacionales EOLICSA	\$350.638,34	\$366.382,00	\$382.832,55	\$400.021,73	\$401.587,22	\$403.223,00	\$404.932,22	\$406.718,19	\$408.584,34		\$6.563.738,58
	\$421.081,10	\$436.824,80	\$453.275,78	\$470.464,94	\$472.030,22	\$473.666,05	\$475.375,34	\$477.161,28	\$479.027,41		\$9.437.442,20

Elaboración: Propia

ANEXO 5
FLUJOS ESCENARIO A

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos											
Operacionales			101.329,14	343.891,91	410.809,18	455.826,03	466.734,58	480.410,07	489.239,22	500.540,64	512.103,13
total ingresos	-	-	101.329,14	343.891,91	410.809,18	455.826,03	466.734,58	480.410,07	489.239,22	500.540,64	512.103,13
Egresos											
Administrativos	16.720,89	78.020,00	199.398,11	701.782,62	1.785.373,30	757.159,65	704.292,56	704.276,39	699.240,25	699.249,00	699.242,45
Construcción			9.851.263,05								
total egresos	16.720,89	78.020,00	10.050.661,16	701.782,62	1.785.373,30	757.159,65	704.292,56	704.276,39	699.240,25	699.249,00	699.242,45
saldo	(16.720,89)	(78.020,00)	(9.949.332,02)	(357.890,71)	(1.374.564,12)	(301.333,62)	(237.557,98)	(223.866,31)	(210.001,03)	(198.708,35)	(187.139,32)
Inversiones	1.362.640,00	5.793.965,23	2.624.034,03	66.735,74	162.537,43						
Préstamos											
Amortizaciones											
inversiones											
Préstamos											
saldo de caja	1.345.919,11	5.715.945,23	(7.325.297,99)	(291.154,97)	(1.212.026,69)	(301.333,62)	(237.557,98)	(223.866,31)	(210.001,03)	(198.708,35)	(187.139,32)
\$ (4.833.120,45)	\$ (1.129.849,49)										
22% TIR +/-											
Elaboración: Propia											

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
512.103,13	523.932,72	536.035,56	548.417,98	561.086,44	567.138,33	580.239,23	593.642,75	579.929,60	566.533,23	553.446,31	540.661,70	528.172,42	10.440.120,18
512.103,13	523.932,72	536.035,56	548.417,98	561.086,44	567.138,33	580.239,23	593.642,75	579.929,60	566.533,23	553.446,31	540.661,70	528.172,42	10.440.120,18
699.242,45	699.240,97	699.243,17	698.865,96	698.864,69	698.864,73	698.865,15	698.865,13	698.864,93	698.864,99	698.865,05	698.865,02	698.865,00	15.431.890,01
													9.851.263,05
699.242,45	699.240,97	699.243,17	698.865,96	698.864,69	698.864,73	698.865,15	698.865,13	698.864,93	698.864,99	698.865,05	698.865,02	698.865,00	25.283.153,06
(187.139,32)	(175.308,26)	(163.207,61)	(150.447,98)	(137.778,25)	(131.726,40)	(118.625,93)	(105.222,38)	(118.935,32)	(132.331,76)	(145.418,74)	(158.203,32)	(170.692,58)	(14.843.032,88)
													10.009.912,43
													-
(187.139,32)	(175.308,26)	(163.207,61)	(150.447,98)	(137.778,25)	(131.726,40)	(118.625,93)	(105.222,38)	(118.935,32)	(132.331,76)	(145.418,74)	(158.203,32)	(170.692,58)	(4.833.120,45)

Elaboración: Propia

ANEXO 6
FLUJOS ESCENARIO B

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos											
Operacionales			101.329,14	343.891,91	410.809,18	455.826,03	466.734,58	480.410,07	489.239,22	500.540,64	512.103,13
total ingresos	-	-	101.329,14	343.891,91	410.809,18	455.826,03	466.734,58	480.410,07	489.239,22	500.540,64	512.103,13
Egresos											
Administrativos	16.720,89	78.020,00	238.612,01	283.487,18	1.368.361,12	373.068,97	327.953,00	339.016,02	350.600,72	362.705,90	364.586,92
Construcción			9.851.263,05								
total egresos	16.720,89	78.020,00	10.089.875,06	283.487,18	1.368.361,12	373.068,97	327.953,00	339.016,02	350.600,72	362.705,90	364.586,92
saldo	(16.720,89)	(78.020,00)	(9.988.545,92)	60.404,73	(957.551,94)	82.757,05	138.781,58	141.394,06	138.638,50	137.834,74	147.516,21
Inversiones	1.362.640,00	5.793.965,23	2.624.034,03	66.735,74	162.537,43						
Préstamos											
Amortizaciones											
inversiones											
Préstamos											
saldo de caja	1.345.919,11	5.715.945,23	(7.364.511,89)	127.140,47	(795.014,51)	82.757,05	138.781,58	141.394,06	138.638,50	137.834,74	147.516,21
van	\$ 1.161.327,36	\$ 664.147,49									
TIR	no existe										
Elaboración: Propia											

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
523.932,72	536.035,56	548.417,98	561.086,44	567.138,33	580.239,23	593.642,75	579.929,60	566.533,23	553.446,31	540.661,70	528.172,42	10.440.120,18
523.932,72	536.035,56	548.417,98	561.086,44	567.138,33	580.239,23	593.642,75	579.929,60	566.533,23	553.446,31	540.661,70	528.172,42	10.440.120,18
377.792,52	391.594,80	406.015,23	421.081,10	436.824,80	453.275,78	470.464,94	472.030,22	473.666,05	475.375,34	477.161,28	479.027,41	9.437.442,20
												9.851.263,05
377.792,52	391.594,80	406.015,23	421.081,10	436.824,80	453.275,78	470.464,94	472.030,22	473.666,05	475.375,34	477.161,28	479.027,41	19.288.705,25
146.140,19	144.440,77	142.402,76	140.005,34	130.313,53	126.963,45	123.177,81	107.899,39	92.867,18	78.070,97	63.500,42	49.145,01	(8.848.585,07)
												10.009.912,43
146.140,19	144.440,77	142.402,76	140.005,34	130.313,53	126.963,45	123.177,81	107.899,39	92.867,18	78.070,97	63.500,42	49.145,01	1.161.327,36

Elaboración: Propia

ANEXO 7
FLUJOS A PRECIOS SOCIALES

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos											
Operacionales			113.488,64	385.493,66	460.106,29	510.525,15	522.742,73	538.059,28	547.947,92	560.605,52	573.555,51
total ingresos	-	-	113.488,64	385.493,66	460.106,29	510.525,15	522.742,73	538.059,28	547.947,92	560.605,52	573.555,51
Egresos											
Administrativos	18.695,58	74.333,22	247.698,17	302.926,09	871.006,23	378.160,88	367.191,53	379.593,59	392.562,74	406.114,33	408.225,72
Construcción			8.341.676,32								
total egresos	18.695,58	74.333,22	8.589.374,49	302.926,09	871.006,23	378.160,88	367.191,53	379.593,59	392.562,74	406.114,33	408.225,72
saldo	(18.695,58)	(74.333,22)	(8.475.885,85)	82.567,57	(410.899,94)	132.364,28	155.551,19	158.465,69	155.385,19	154.491,19	165.329,79
Inversiones	1.526.156,80	6.448.522,85	2.805.103,43	71.217,24	179.622,28						
Préstamos											
Amortizaciones											
inversiones											
Préstamos											
saldo de caja	1.507.461,22	6.374.189,63	(5.670.782,42)	153.784,81	(231.277,66)	132.364,28	155.551,19	158.465,69	155.385,19	154.491,19	165.329,79
		r=0%	r= 12%								
VAN		usd\$4.606.589,71	usd\$2.965.334,78								

Elaboración: Propia

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
586.804,64	600.359,83	614.228,14	628.416,81	635.194,93	649.867,93	664.879,88	649.521,16	634.517,22	619.859,87	605.541,11	591.553,11	11.693.269,33
586.804,64	600.359,83	614.228,14	628.416,81	635.194,93	649.867,93	664.879,88	649.521,16	634.517,22	619.859,87	605.541,11	591.553,11	11.693.269,33
423.017,04	438.474,03	454.624,40	471.499,08	445.166,16	507.556,79	526.808,66	528.561,92	530.394,02	532.308,37	534.308,64	536.398,73	9.775.625,91
												8.341.676,32
423.017,04	438.474,03	454.624,40	471.499,08	445.166,16	507.556,79	526.808,66	528.561,92	530.394,02	532.308,37	534.308,64	536.398,73	18.117.302,23
163.787,60	161.885,80	159.603,74	156.917,73	190.028,78	142.311,15	138.071,22	120.959,24	104.123,20	87.551,50	71.232,47	55.154,38	(6.424.032,90)
												11.030.622,61
												-
163.787,60	161.885,80	159.603,74	156.917,73	190.028,78	142.311,15	138.071,22	120.959,24	104.123,20	87.551,50	71.232,47	55.154,38	4.606.589,71

Elaboración: Propia